

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents  
 United States Patent and Trademark  
 Office  
 Box PCT  
 Washington, D.C.20231  
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

<b>Date of mailing</b> (day/month/year) 04 October 2000 (04.10.00)	
<b>International application No.</b> PCT/JP00/00866	<b>Applicant's or agent's file reference</b> P9044MC-PCT
<b>International filing date</b> (day/month/year) 16 February 2000 (16.02.00)	<b>Priority date</b> (day/month/year) 16 February 1999 (16.02.99)
<b>Applicant</b> YOSHIDA, Mitsunobu et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

07 September 2000 (07.09.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:2. The election ☒ was☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO  
 34, chemin des Colombettes  
 1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Kiwa Mpay

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/00866

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L41/107

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L41/107Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 10-308543, A (Alps Electric Co., Ltd., Yoshiro TOMIKAWA), 17 November, 1998 (17.11.98), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-8, 20
Y	JP, 10-256618, A (Alps Electric Co., Ltd., Yoshiro TOMIKAWA), 25 September, 1998 (25.09.98), Full text; Figs. 1 to 10 (Family: none)	9-20
Y	JP, 9-186373, A (TAIYO YUDEN CO., LTD.), 15 July, 1997 (15.07.97), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-8, 20
Y	JP, 6-5944, A (NEC Corporation), 14 January, 1994 (14.01.94), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-8, 20
Y	JP, 59-175175, A (NEC Corporation), 03 October, 1984 (03.10.84), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-8, 20

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 16 May, 2000 (16.05.00)	Date of mailing of the international search report 23.05.00
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/00866

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 7-59338, A (NEC Corporation), 03 March, 1995 (03.03.95), Full text; Figs. 1 to 11 (Family: none)	1-20
A	JP, 5-284764, A (Seiko Instr. Inc.), 29 October, 1993 (29.10.93), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-20
A	US, 5440195, A (NEC Corporation), 08 August, 1995 (08.08.95), Full text; Figs. 1 to 7 & JP, 6-224484, A	1-20

PCT

E P



国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)  
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 P9044MC-PCT	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。		
国際出願番号 PCT/JP00/00866	国際出願日 (日.月.年) 16.02.00	優先日 (日.月.年) 16.02.99	
出願人(氏名又は名称) 三井化学株式会社			

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

#### 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1A 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L41/107

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L41/107

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 10-308543, A (アルプス電気株式会社, 富川義朗) 17. 11月. 1998 (17. 11. 98) 全文, 図1-7 (ファミリーなし)	1-8, 20
Y	JP, 10-256618, A (アルプス電気株式会社, 富川義朗) 25. 9月. 1998 (25. 09. 98) 全文, 図1-10 (ファミリーなし)	9-20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 05. 00

国際調査報告の発送日

23.05.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小野田誠

4M

8427

電話番号 03-3581-1101 内線 3462

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y ✓	JP, 9-186373, A (太陽誘電株式会社) 15. 7月. 1997 (15. 07. 97) 全文, 図1-5 (ファミリーなし)	1-8, 20
Y ✓	JP, 6-5944, A (日本電気株式会社) 14. 1月. 1994 (14. 01. 94) 全文, 図1-6 (ファミリーなし)	1-8, 20
Y ✓	JP, 59-175175, A (日本電気株式会社) 3. 10月. 1984 (03. 10. 84) 全文, 図1-6 (ファミリーなし)	1-8, 20
A ✓	JP, 7-59338, A (日本電気株式会社) 3. 3月. 1995 (03. 03. 95) 全文, 図1-11 (ファミリーなし)	1-20
A ✓	JP, 5-284764, A (セイコー電子工業株式会社) 29. 10月. 1993 (29. 10. 93) 全文, 図1-8 (ファミリーなし)	1-20
A ✓	US, 5440195, A (NEC Corporation) 8. 8月. 1995 (08. 08. 95) 全文, 図1-7 & JP, 6-224484, A	1-20

# PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

### INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

ST  
Translation

Applicant's or agent's file reference P9044MC-PCT	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP00/00866	International filing date (day/month/year) 16 February 2000 (16.02.00)	Priority date (day/month/year) 16 February 1999 (16.02.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 41/107		
Applicant MITSUI CHEMICALS, INC.		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>4</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of _____ sheets.</p>	
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>	

Date of submission of the demand 07 September 2000 (07.09.00)	Date of completion of this report 16 May 2001 (16.05.2001)
Name and mailing address of the IPEA/IP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/00866

## I. Basis of the report

### 1. With regard to the **elements** of the international application:\*

- ☒ the international application as originally filed
- ☐ the description:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the claims:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

### 2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item. These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

### 3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

### 4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

### 5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.



## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/JP 00/00866

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	2, 5-13, 18-20	YES
	Claims	1, 3, 4, 14-17	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Claims 1, 3, and 4

Document 1: JP, 10-308543, A (Alps Electric Co., Ltd., Yoshiro Tomikawa), 17 November 1998, Entire text, Fig. 1

The first vibrator (10), second vibrator (20), and connection part (30) in aforementioned Document 1 correspond to the first piezoelectric substrate (1), second piezoelectric substrate (2), and spacer in Claims 1, 3, and 4 of this application. Although the invention described in Claim 1 differs from that described in Document 1 in terms of placement of aforementioned connection part (10) between the sides of aforementioned first vibrator (1) and second vibrator (2), neither placement of said connection part(s) between the major surfaces of the vibrators nor application of a plurality of said connection parts can be considered to require any particular inventive skill.

Furthermore, a person skilled in the art could easily conceive of a layered structure for said vibrators.

Claims 14-17

Document 2: JP, 10-256618, A (Alps Electric Co., Ltd.), 25 September 1998, Entire text, Fig. 1

Oscillator (10), oscillator (11), and spacer (12) in

aforementioned Document 2 correspond to the first piezoelectric substrate, second piezoelectric substrate, and spacer in Claims 14 through 17. The relative positions of the first piezoelectric substrate, second piezoelectric substrate, and spacer are not made clear in Claim 14, and simply altering the shape of the spacer disclosed in Document 2 to a disk shape could be easily conceived of by a person skilled in the art.

Furthermore, a person skilled in the art could easily conceive of a layered structure for said oscillators.

特 許 協 力 条 約

PCT

国際予備審査報告


(法第12条、法施行規則第56条)  
〔PCT36条及びPCT規則70〕

REC'D 18 MAY 2001

WIPO PCT

出願人又は代理人 の書類記号 P9044MC-PCT	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知（様式PCT/ IPEA/416）を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO0/00866	国際出願日 (日.月.年) 16.02.00	優先日 (日.月.年) 16.02.99
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. <sup>7</sup> H01L41/107		
出願人 (氏名又は名称) 三井化学株式会社		

- 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条（PCT36条）の規定に従い送付する。
- この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。  
☐ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び／又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び／又は図面も添付されている。  
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)  
この附属書類は、全部で                      ページである。
- この国際予備審査報告は、次の内容を含む。
  - ☒ 国際予備審査報告の基礎
  - ☐ 優先権
  - ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
  - ☐ 発明の単一性の欠如
  - ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
  - ☐ ある種の引用文献
  - ☐ 国際出願の不備
  - ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 07.09.00	国際予備審査報告を作成した日 16.05.01	
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員)  小野田 誠 	4M 8427
電話番号 03-3581-1101 内線 3462		

様式PCT/IPEA/409 (表紙) (1998年7月)

## I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に  
応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。  
PCT規則70.16, 70.17)

☒ 出願時の国際出願書類

- |                          |            |   |       |        |                      |
|--------------------------|------------|---|-------|--------|----------------------|
| <input type="checkbox"/> | 明細書        | 第 | _____ | ページ、   | 出願時に提出されたもの          |
|                          | 明細書        | 第 | _____ | ページ、   | 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの |
|                          | 明細書        | 第 | _____ | ページ、   | _____ 付の書簡と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> | 請求の範囲      | 第 | _____ | 項、     | 出願時に提出されたもの          |
|                          | 請求の範囲      | 第 | _____ | 項、     | PCT19条の規定に基づき補正されたもの |
|                          | 請求の範囲      | 第 | _____ | 項、     | 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの |
|                          | 請求の範囲      | 第 | _____ | 項、     | _____ 付の書簡と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> | 図面         | 第 | _____ | ページ/図、 | 出願時に提出されたもの          |
|                          | 図面         | 第 | _____ | ページ/図、 | 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの |
|                          | 図面         | 第 | _____ | ページ/図、 | _____ 付の書簡と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> | 明細書の配列表の部分 | 第 | _____ | ページ、   | 出願時に提出されたもの          |
|                          | 明細書の配列表の部分 | 第 | _____ | ページ、   | 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの |
|                          | 明細書の配列表の部分 | 第 | _____ | ページ、   | _____ 付の書簡と共に提出されたもの |

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である \_\_\_\_\_ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語  
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語  
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表  
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった  
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

- ☐ 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ  
☐ 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項  
☐ 図面 図面の第 \_\_\_\_\_ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならない、本報告に添付する。)

## V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

## 1. 見解

新規性(N)

請求の範囲 1-20

有

請求の範囲

無

進歩性(IS)

請求の範囲 2, 5-13, 18-20

有

請求の範囲

1, 3, 4, 14-17

無

産業上の利用可能性(IA)

請求の範囲 1-20

有

請求の範囲

無

## 2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

## 請求の範囲 1, 3, 4

文献1: 特開平10-308543, A (アルプス電気株式会社, 富川義朗)  
17. 11月. 1998, 全文, 図1

上記文献1における「第1の振動子10」、「第2の振動子20」及び「結合部30」は、本願の当該請求項における「第1の圧電基板」、「第2の圧電基板」及び「結合子」それぞれ相当する。そして、同文献1に記載されたものでは、上記「結合部10」を、上記「第1の振動子1」と「第2の振動子2」の側面間に介在させている点において、本願の請求の範囲1に係る発明と相違しているが、当該結合部を両振動子の主面間に介在させること、そして当該結合部を複数個設けることに、格別の発明力を要するものと認めることはできない。

また、当該振動子を積層構造とすることも、当業者が容易になし得る程度のことにはすぎない。

## 請求の範囲 14-17

文献2: 特開平10-256618, A (アルプス電気株式会社, 富川義朗)  
25. 9月. 1998, 全文, 図1

上記文献2における「振動子10」、「振動子11」及び「結合子12」は、本願の当該請求項における「第1の圧電基板」、「第2の圧電基板」及び「結合子」それぞれ相当する。そして、請求の範囲14の記載では、第1の圧電基板及び第2の圧電基板と結合子との位置関係が必ずしも明らかでなく、同文献2に記載されたものにおいて、結合子の形状を単に円板上にすることは、当業者が容易になし得る程度のことには過ぎない。

また、当該振動子を積層構造とすることも、当業者が容易になし得る程度のことにはすぎない。

PCT

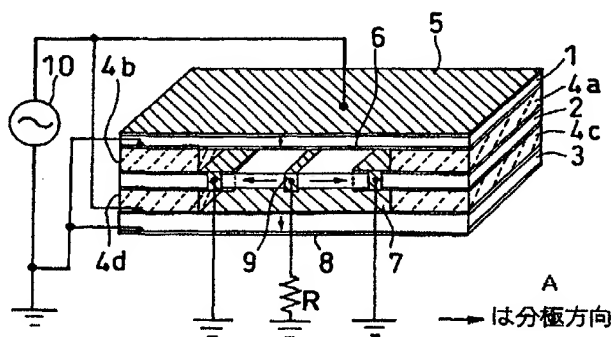
世界知的所有権機関  
国際事務局  
特許協定条約に基づいて公開された国際出願



(51) 国際特許分類 <b>H01L 41/107</b>	<b>A1</b>	(11) 国際公開番号 <b>WO00/49667</b>  (43) 国際公開日 2000年8月24日(24.08.00)												
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP00/00866</p> <p>(22) 国際出願日 2000年2月16日(16.02.00)</p> <p>(30) 優先権データ</p> <table border="0"> <tr> <td>特願平11/37056 ✓</td> <td>1999年2月16日(16.02.99)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平11/63277 ✓</td> <td>1999年3月10日(10.03.99)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平11/93680 ✓</td> <td>1999年3月31日(31.03.99)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平11/121842 ✓</td> <td>1999年4月28日(28.04.99)</td> <td>JP</td> </tr> </table> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 三井化学株式会社(MITSUI CHEMICALS, INC.)(JP/JP) 〒100-6070 東京都千代田区霞が関三丁目2番5号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および</p> <p>(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 吉田光伸(YOSHIDA, Mitsunobu)(JP/JP) 金山光一(KANAYAMA, Kouichi)(JP/JP) 〒299-0265 千葉県袖ヶ浦市長浦字拓二号580番32 三井化学株式会社内 Chiba, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 宮本治彦(MIYAMOTO, Haruhiko) 〒160-0023 東京都新宿区西新宿7丁目18番5号 中央第7西新宿ビル Tokyo, (JP)</p>		特願平11/37056 ✓	1999年2月16日(16.02.99)	JP	特願平11/63277 ✓	1999年3月10日(10.03.99)	JP	特願平11/93680 ✓	1999年3月31日(31.03.99)	JP	特願平11/121842 ✓	1999年4月28日(28.04.99)	JP	<p>(81) 指定国 CA, CN, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>
特願平11/37056 ✓	1999年2月16日(16.02.99)	JP												
特願平11/63277 ✓	1999年3月10日(10.03.99)	JP												
特願平11/93680 ✓	1999年3月31日(31.03.99)	JP												
特願平11/121842 ✓	1999年4月28日(28.04.99)	JP												

(54) Title: **PIEZOELECTRIC TRANSFORMER**

(54) 発明の名称 圧電トランス



A... DIRECTION OF POLARIZATION

## (57) Abstract

A piezoelectric transformer comprises at least two flat piezoelectric substrates (1, 2, 3) each having opposite major surfaces provided with electrodes, and the piezoelectric substrates are joined with at least two spacers (4a, 4b, 4c, 4d) interposed between them. The first piezoelectric substrate (1) and the second piezoelectric substrate (2) are arranged with a space created by at least two spacers (4a, 4b) between them in such a manner that the lower side of the first piezoelectric substrate (1) is opposed to the upper side of the second piezoelectric substrate (2). An input section is provided on one of the two piezoelectric substrates (1, 2), and an output section is provided on the other piezoelectric substrate. This piezoelectric transformer can provide high power output.

(57)要約

圧電材料からなり平板状で第1の主面とこれに対向する第2の主面を有し、電極が形成されている少なくとも2つの圧電基板(1、2、3)が、少なくとも2つの結合子(4a、4b、4c、4d)を介して接合されている圧電トランスであり、圧電基板(1、2、3)のうち第1の圧電基板(1)と第2の圧電基板(2)とが、第1の圧電基板(1)の下面と第2の圧電基板(2)の上面が対向するように配置され、第1の圧電基板(1)の下面と第2の圧電基板(1)の上面との間には、少なくとも2つの結合子(4a、4b)が介在するとともに空隙が設けられており、第1の圧電基板(1)と第2の圧電基板(2)のいずれか一方に入力部が設けてあり、他方に出力部が設けてある。高出力が得られる圧電トランスが実現できる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AG アンティグア・バーブーダ	DZ アルジェリア	LC セントルシア	SD スーダン
AL アルバニア	EE エストニア	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AM アルメニア	ES スペイン	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AT オーストリア	FI フィンランド	LR リベリア	SI スロヴェニア
AU オーストラリア	FR フランス	LS レソト	SK スロヴァキア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LT リトアニア	SL シエラ・レオネ
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BB バルバドス	GD グレナダ	LV ラトヴィア	SZ スワジランド
BE ベルギー	GE グルジア	MA モロッコ	TD チャード
BF ブルキナ・ファソ	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴ
BG ブルガリア	GM ガンビア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BJ ベナン	GN ギニア	MG マダガスカル	TM トルクメニスタン
BR ブラジル	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR トルコ
BY ベラルーシ	GW ギニア・ビサオ	共和国	TT トリニダード・トバゴ
CA カナダ	HR クロアチア	マリ	TZ タンザニア
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	ML モンゴル	UA ウクライナ
CG コンゴ	ID インドネシア	MN モーリタニア	UG ウガンダ
CH スイス	IE アイルランド	MR マラウイ	US 米国
CI コートジボアール	IL イスラエル	MW メキシコ	UZ ウズベキスタン
CM カメルーン	IN インド	MZ モザンビーク	VN ヲトナム
CN 中国	IS アイスランド	NE ニジェール	YU ユーゴスラヴィア
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NL オランダ	ZA 南アフリカ共和国
CU キューバ	JP 日本	NO ノールウェー	ZW ジンバブエ
CY キプロス	KE ケニア	NZ ニュー・ジーランド	
CZ チェッコ	KG キルギスタン	PL ポーランド	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	PT ポルトガル	
DK デンマーク	KR 韓国	RO ルーマニア	

## 明細書

### 圧電トランス

#### 技術分野

本発明は、圧電トランスに関し、特に液晶バックライト用インバータやDC-DCコンバータなどの電力変換装置に用いられる圧電トランスに関する。

#### 背景技術

近年、圧電トランスは電磁トランスに比較して、高効率、小型、不燃性、低ノイズといった利点を生かして、ノートパソコン等の液晶バックライト用インバータなどの高電圧出力用変圧器として利用されている。圧電トランスの基本構成及び動作原理を、ローゼン型圧電トランスの例で図29A-29Cを参照しながら説明する。図29Aはローゼン型圧電トランスの斜視図であり、矩形の圧電セラミックス基板501の左半分の上下面に1対の入力電極502が設けられ、入力電極間が上下面に垂直な方向に分極されている。出力電極503は右半分の端面に設けられ、右半分の領域の分極方向は長手方向に分極されている。入力電極は電源504に接続され、出力電極は負荷505に接続されている。電源から電圧が印加されると図の左半分では厚み方向に電界が加わり、分極方向とは垂直方向に変位する圧電横効果で長手方向の縦振動が励振されて、圧電トランス全体が振動する。さらに右半分では長手方向に機械的歪みが生じ分極方向に電位差が発生する圧電縦効果により出力電極503から入力電極間に印加された電圧と同じ周波数の電圧が取り出せる。圧電トランスの共振周波数近傍の周波数の駆動電圧を入力電極間に印加



すると入力電圧より高い電圧が取り出せる。この時の共振による応力分布は図 2 9 B、変位の振幅分布は図 2 9 C のようになり、圧電セラミックス基板の長手方向中央部が振動の節となる。

しかしながら、このようなローゼン型圧電トランスでは未だ出力が不十分であり、より高出力化された圧電トランスが求められていた。

従って、本発明の主な目的は、高出力化された圧電トランスを提供することにある。

#### 発明の開示

本発明の第 1 の態様によれば、

少なくとも 2 つの圧電基板であって、それぞれが圧電材料からなり平板状で第 1 の主面とこれに対向する第 2 の主面を有している前記少なくとも 2 つの圧電基板が、少なくとも 2 つの結合子を介して接合されている圧電トランスであり、

前記少なくとも 2 つの圧電基板が第 1 の圧電基板と第 2 の圧電基板とを備え、前記第 1 の圧電基板および前記第 2 の圧電基板の一方の前記第 1 の主面と前記第 1 の圧電基板および前記第 2 の圧電基板の他方の前記第 2 の主面とが対向するように配置され、

前記一方の圧電基板の前記第 1 の主面と前記他方の圧電基板の前記第 2 の主面との間には前記少なくとも 2 つの結合子が介在するとともに空隙が設けられており、

前記一方の圧電基板に入力部が設けてあり、前記他方の圧電基板に出力部が設けてあることを特徴とする圧電トランスが提供される。

この圧電トランスにおいて、好ましくは、

前記少なくとも 2 つの結合子が第 1、第 2、第 3 の結合子を含んでおり、前記空隙が前記第 1、第 2、第 3 の結合子間に設けられており、

前記第 1 および第 2 の圧電基板のそれぞれが、直方体状であって、その長手方向に  $N$  等分 ( $N$  は 2 以上の整数) した領域に区分され、

前記第 1 および第 2 の結合子が前記圧電基板の長手方向端部に位置し、前記第 3 の結合子が、前記第 1 および第 2 の圧電基板のそれぞれの前記領域の境界に位置している。

また、好ましくは、前記第 1 の圧電基板の前記第 1 の主面と前記第 2 の主面にそれぞれ電極が設けられており、前記電極間の前記第 1 の圧電基板が前記第 1 の主面に垂直方向に分極されている。

また、好ましくは、前記第 1 の圧電基板が、複数の電極層と圧電材料からなる複数の圧電体層とが交互に積層した構造を備えており、前記複数の電極層が 2 つの電極群にまとめられて、同じ電極群のなかの前記電極層は互いに電気接続されている。

また、好ましくは、前記第 1 および第 2 の圧電基板の少なくとも 1 つの圧電基板の前記長手方向の両端および前記領域の境界に電極がそれぞれ設けられており、各電極間の前記圧電基板が前記長手方向に平行に分極され、かつ隣接する前記領域の分極方向が違いに反平行である。

また、好ましくは、前記第 1 または第 2 の圧電基板の前記領域のそれぞれが、複数の電極層と圧電材料からなる複数の圧電体層とが交互に前記第 1 または第 2 の圧電基板の厚さ方向に積層した構造を備えており、

各領域の前記電極間の前記圧電体層が前記厚さ方向に平行に分極されており、

前記厚さ方向に隣り合う前記圧電体層の分極方向が互いに反平行であり、

前記各領域の前記複数の電極層が 2 つの電極群にまとめられて、同じ電極群のなかの電極層は互いに電気接続されている。

また、好ましくは、前記第 1 または第 2 の圧電基板の前記領域のそれ

ぞれが、複数の電極層と圧電材料からなる複数の圧電体層とが交互に前記長手方向に積層した構造を備えており、

各領域の前記電極間の前記圧電体層が前記長手方向に平行に分極されており、

前記各領域の前記複数の電極層が2つの電極群にまとめられて、同じ電極群のなかの電極層は互いに電気接続されている。

また、好ましくは、前記入力部の外部回路との電氣的接続部が前記一方の圧電基板の前記長手方向の側面でかつ振動の節部に形成され、

前記出力部の外部回路との電氣的接続部が前記他方の圧電基板の前記長手方向の側面でかつ振動の節部に形成され、

導電体を介して前記入力部の外部との前記電氣的接続部および前記出力部の外部との前記電氣的接続部と前記外部回路との電氣的接続および圧電トランスを支持するための機械的接続を行う。

また、好ましくは、前記第2の圧電基板の前記第1の主面および第2の主面の少なくとも一方での前記長手方向の中央部に、前記長手方向に対して垂直である幅方向に延在する帯状電極が設けてあり、前記帯状電極によって前記長手方向に分割される2つの領域の分極方向が、前記長手方向に平行であり、かつ互いに反平行である。

また、好ましくは、前記第2の圧電基板の前記第1の主面および第2の主面の少なくとも一方には、前記圧電基板の前記長手方向に対して垂直方向に伸びる少なくとも2つの帯状の電極が設けられており、前記2つの帯状の電極によって挟まれる領域の分極方向が、前記長手方向に平行である。

また、上記圧電トランスは、結合子と圧電基板との接触面は振動の腹に位置することが好ましく、さらにその接触面の圧電基板の長手方向の長さは、圧電基板の長さの0.05～0.4が好ましく、さらには0.

1 ～ 0. 3 がより好ましい。

本発明の第 2 の態様によれば、

互いに対向する 2 つの主面をそれぞれ有する少なくとも 2 つの圧電基板であって、第 1 の圧電基板と第 2 の圧電基板とを備える前記少なくとも 2 つの圧電基板と、

円環状の結合子または円環状に配置された結合子であって、前記円環の内側に空隙が設けられた前記結合子と、を備えた圧電トランスであって、

前記第 1 および第 2 の圧電基板は、それぞれの前記主面が互いに向き合うように配置され、かつ前記主面間で前記結合子を介して結合されており、

前記第 1 の圧電基板に入力部が設けてあり、前記他方の圧電基板に出力部が設けてあることを特徴とする圧電トランスが提供される。

この圧電トランスは径拡がり振動により動作することができる。この場合に、前記第 1 および第 2 の圧電基板間に介在する前記結合子が、前記第 1 および第 2 の圧電基板の径拡がり振動の振動の腹部に配置されていることが好ましい。

また、好ましくは、前記第 1 および第 2 の圧電基板のそれぞれの前記 2 つの主面に電極がそれぞれ設けられており、前記第 1 および第 2 の圧電基板が前記主面に垂直方向に分極されている。

また、好ましくは、前記第 1 および第 2 の圧電基板の少なくとも一方の少なくとも 1 つの前記主面の中心部分に円状電極が、外縁部に環状電極が設けられており、前記第 1 および第 2 の圧電基板の前記少なくとも一方の前記円状電極と前記環状電極間が径方向に分極されている。

また、好ましくは、前記第 1 および第 2 の圧電基板の少なくとも一方

が、複数の電極層と圧電材料からなる複数の圧電層とが交互に厚さ方向に積層した構造を備えており、前記複数の電極層が一つおきに電氣的に接続され、隣り合う電極層が直流的に絶縁されている。

本発明の第3の態様によれば、

圧電材料からなり平板の少なくとも2つの圧電基板が少なくとも1つの円板状の絶縁体からなる結合子を介して接合されており、

前記少なくとも2つの圧電基板が第1の圧電基板と第2の圧電基板とを備え、

第1の圧電基板と第2の圧電基板が前記少なくとも1つの結合子のうちの1つの結合子を介して接合されており、

前記第1および第2の圧電基板のうち一方に入力部が設けられており、他方に出力部が設けてあることを特徴とする圧電トランスが提供される。

この本発明の第3の態様によれば、大電力が投入できかつ入力と出力とを絶縁できる圧電トランスが得られる。

上記第3の態様の圧電トランスにおいて、好ましくは、前記第1および第2の圧電基板が第1の主面と第2の主面とをそれぞれ有しており、前記第1および第2の圧電基板のそれぞれの前記第1および第2主面に電極層がそれぞれ設けられており、前記電極層間の前記第1および第2の圧電基板が前記第1の主面に垂直方向にそれぞれ分極されている。

また、好ましくは、前記第1および第2の圧電基板の少なくとも一方が、複数の電極層と圧電材料からなる複数の圧電層とが交互に厚み方向に積層した構造を備えており、前記複数の電極層は一つおきに電氣的に接続された2つの電極群にまとめられている。

このようにすることでインピーダンスを小さくできるので、昇圧比ま

たは降圧比を大きく取ることができる。

また、好ましくは、前記第 1 および第 2 の圧電基板に設けられた前記電極層の形状が円形である。電極が円形であることで、径方向の径広がり振動が容易に得られる。

また、好ましくは、前記第 1 および第 2 の圧電基板の前記第 1 および第 2 の主面が正方形であり、前記正方形に内接する円の中心と第 1 の圧電基板と第 2 の圧電基板間の前記結合子の中心が一致するように配置されている。

また、好ましくは、前記第 1 および第 2 の圧電基板の前記主面に対向する前記結合子の主面の大きさが、前記第 1 および第 2 の圧電基板の前記主面の外周に内接する円と同等或いは小さい。

このような構造にすることで、放熱のための表面積が大きくなるので、発熱を抑制できて大電力を出力できる。

また、上記第 1 乃至第 3 の態様の圧電トランスにおいては、好ましくは、前記少なくとも 2 つの圧電基板が第 3 の圧電基板をさらに備え、

前記第 3 の圧電基板を入力部或いは出力部のいずれか一方とし、

入力部と出力部の配置が鏡面对称になるように前記第 1 乃至第 3 の圧電基板が配置してある。

このような対称構造であれば、圧電基板にスプリアス振動が生じにくく、中央にある圧電基板とその両側にある圧電基板の間で振動を効率よく伝達できる。

この場合に、好ましくは、前記第 3 の圧電基板が前記第 1 の圧電基板または第 2 の圧電基板のいずれか一方と同じ構造を備え、前記第 1 の圧電基板または第 2 の圧電基板の他方が対称面を有し、前記第 1 の圧電基板、第 2 の圧電基板および第 3 の圧電基板が、前記対称面を中心とした鏡面对称になるように配置されている。

また、上記第2の態様の圧電トランスにおいては、さらに圧電基板と圧電基板に設けられた電極の形状が同一軸に対して回転対称であってもよい。さらに同心円環状に配置された前記結合子の円環状の中心が前記圧電基板の平板の重心と厚み方向に重なりあうように配置してあればよい。2つの圧電基板が結合子を介して結合される方法は、圧電基板と結合子とが接着剤で接着されてもよいし、結合子と圧電基板が一体成形されたものでもよいし、結合子と圧電基板とを嵌合したものでもよい。

また、上記第1乃至第3の態様の圧電トランスにおいては、好ましくは、前記圧電基板と前記結合子の接合に接着剤を用いる。

また、上記第1乃至第3の態様の圧電トランスにおいては、好ましくは、前記圧電基板と前記結合子がセラミックスからなり、前記圧電基板と前記結合子の接合が、両者の一体焼結によって形成されたものである。

また、上記第1乃至第3の態様の圧電トランスにおいては、好ましくは、前記結合子が圧電セラミックスからなり、前記第1の圧電基板の前記第1の主面に垂直な方向に分極してある。

この結合子の材料をエポキシ樹脂、ポリイミド樹脂等の剛性の大きい樹脂としてもよい。そうすることで用いる複数の圧電基板を射出成形機の金型に配置した状態で、結合子となる樹脂を射出成形することでトランス部品を容易に製造することが可能となる。また結合子に絶縁物を用いることで、入出力間を直流的に絶縁することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1A-1Cは、本発明の第1の実施例の圧電トランスとその動作を説明するための図であり、図1Aは概略斜視図、図1Bは応力分布を示す図、図1Cは変位の振幅分布を示す図であり、

図 2 は、本発明の第 2 の実施例の圧電トランスを説明するための概略斜視図であり、

図 3 A および 3 B は、それぞれ本発明の第 3 の実施例の圧電トランスを説明するための概略斜視図および概略右側面図であり、

図 4 A および 4 B は、それぞれ本発明の第 4 の実施例の圧電トランスを説明するための概略斜視図および概略右側面図であり、

図 5 は、本発明の第 5 の実施例の圧電トランスを説明するための概略斜視図であり、

図 6 は、本発明の第 6 の実施例の圧電トランスを説明するための概略斜視図であり、

図 7 は、本発明の第 7 の実施例の圧電トランスを説明するための概略斜視図であり、

図 8 は、本発明の第 7 の実施例の圧電トランスを説明するための概略分解斜視図であり、

図 9 は、本発明の第 1 乃至第 7 の実施例による圧電トランスをプリント基板に実装する様子を示す概略斜視図であり、

図 10 は、本発明の第 8 の実施例の圧電トランスを説明するための概略斜視図であり、

図 11 A、11 B は、本発明の第 8 の実施例の圧電トランスの振動の様子を示す図であり、図 11 A は応力分布を示す図であり、図 11 B は変位の振幅分布を示す図であり、

図 12 は、本発明の第 9 の実施例の圧電トランスを説明するための概略斜視図であり、

図 13 乃至図 16 は、本発明の第 8 および第 9 の実施例の圧電トランスを構成する圧電基板を示す概略斜視図であり、

図 17 A、17 B は、それぞれ本発明の第 10 の実施例の圧電トラン



スの構造を説明するための概略斜視図および概略分解斜視図であり、

図 18 A、18 Bは、図 17 A、17 Bに示す圧電トランスの振動状態を示す図であり、図 18 Cと 18 Dは、それぞれ図 17 A、17 Bに示す圧電トランスの基本径拡がり振動の径拡がり方向の変位分布と応力分布を示す図であり、

図 19は、本発明の第 10 の実施例のうちの 3 次モードを利用する圧電トランスの概略分解斜視図であり、

図 20 A、20 Bは、図 19 に示す圧電トランスの振動状態を示す図であり、図 20 Cと 20 Dは、それぞれ図 19 に示す圧電トランスの径拡がり振動の径拡がり方向の変位分布と応力分布を示す図であり、

図 21 は、本発明の第 11 の実施例の圧電トランスを説明するための概略斜視図であり、

図 22 A－22 Dは、本発明の第 10 および第 11 の実施例の圧電トランスに好適に使用される結合子の構造を説明するための概略斜視図であり、

図 23 A－23 D、24 A、24 B、25 A、25 B、26 A、26 Bは、本発明の第 10 および第 11 の実施例の圧電トランスに好適に使用される圧電基板を説明するための概略斜視図であり、

図 27 は、本発明の第 12 の実施例の圧電トランスを説明するための概略斜視図であり、

図 28 は、本発明の第 13 の実施例の圧電トランスを説明するための概略斜視図であり、

図 29 A－29 Cは、従来のローゼン型圧電トランスとその動作を説明するための図であり、図 29 Aは概略斜視図、図 29 Bは応力分布を示す図、図 29 Cは変位の振幅分布を示す図である。

## 実施例

次に、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

(第1乃至第7の実施例)

(第1の実施例)

図1 A－1 Cは本発明の第1の実施例の圧電トランスの構造を示すものである。この第1の実施例は、次に説明する第2乃至第7の実施例の圧電トランスの基本構造を説明するためのものである。

平板状の圧電セラミックス基板（以下は圧電基板と呼ぶ）1、2、3は、長手方向の端部に結合子4 a、4 b、4 c、4 dを挟んで積み重ねられている。3つの圧電基板と結合子は、互いの接触面には接着層（図示せず）が形成されていて、全体が一体となっている。そして互いに対向する圧電基板の対向部で結合子の占めてない箇所は空隙となっている。3枚の圧電基板1、2、3のうち上部の第1の圧電基板1の2つの主面には互いに対向する電極5と電極6がほぼ全面に形成され、下部の第3の圧電基板3にも電極7と電極8が同様に形成されている。また中間にある第2の圧電基板2は、長手方向中央部の主面上に長手方向に垂直方向に延びる帯状の電極9が形成されている。

次に動作原理について以下に示す。ここでは先ず第1の圧電基板1と第3の圧電基板3を入力部、第2の圧電基板2を出力部として説明する。圧電基板1、3に設けた電極5、6、7、8に、長手方向の長さを半波長とする周波数の交流電圧波形を印加することで、圧電基板1、3に長手方向の中央部を節とした圧電共振による機械的振動の半波長の定在波を励起させる。その時の応力分布と変位の振幅分布を図1 Bと図1 Cに示す。

そして圧電基板1、3の機械的振動エネルギーを、結合子4 a、4 b、4 c、4 dを介して中間にある第2の圧電基板2に伝播させ、第2

の圧電基板 2 にその長手方向に半波長モードの機械的な伸縮振動をさせる。この機械的振動エネルギーを圧電縦効果により、電極 9 より昇圧された高電圧の電流として取り出し負荷 R に供給する。

変圧比は入力インピーダンスと出力インピーダンスの比によって決まる為、入力と出力の電氣的接続を入れ替えれば降圧動作を行なうことも可能である。

このような本発明の圧電トランスにより、高出力化、高安全性、低周波数駆動、小型化、高昇圧比、高効率、高安定振動が可能となる。それを以下に詳説する。

第 1 に高出力化である。これは以下の理由による。結合子により設けられた空隙により、入力部となる圧電基板と出力部となる圧電基板はその大部分は離されているため、入力部と出力部の固定面において、機械的振動特性にかかわる物性値の相違からくる熱損失が大幅に減少でき発熱が減る。また結合子によって生じる入力部と出力部の空隙により単位体積あたりの放熱面積が増大するので冷却効果が増す。その結果、高出力化に有利となる。

第 2 に高安全性である。結合子を介することで入力部と出力部の間に空隙ができ、大きな沿面距離を確保できるため、入出力間の絶縁耐圧を大幅に向上することができる。このため、入出力間で生じる絶縁破壊を防ぐことが可能となる。

第 3 に低周波数駆動である。これは以下の理由による。入力部と出力部とを結合子を介して接合することで入力部を構成する振動子に出力部の質量が付加した状態で振動する。そのため、入力部と出力部を含めた全体の機械的振動系の共振周波数が下がり、入力部単体で半波長で振動させた場合よりさらに低い周波数でこの圧電トランスは共振振動することになる。すなわち振動モードと長手方向の長さである素子長を一定と

したとき、より低周波数での駆動が可能となる。

第4に小型化である。本構造とすることで、素子長が一定としたとき、より低周波駆動が可能となることから、逆に駆動周波数一定の場合、より素子長を短くできる。そのため小型化に有利な構造になっている。

第5に高昇圧比化である。図1Aに示すように、入力部には圧電基板の対向する2つの主面に電極を設け、出力部に振動子の長手方向の中央部に幅方向に延在する帯状の電極を設ける。こうした構成にすることで、入力インピーダンスを出力インピーダンスより低くすることができる。さらに出力部の圧電基板の板厚をより薄くすることで出力インピーダンスの増大が図れる。その結果、入出力インピーダンス比の平方根で決まる昇圧比を増大する設計が容易となる。

第6に高効率化である。図1Aに示すような構造にすることで、電極取り出し部が入力部も出力部も振動の節部に設けることができるので、圧電振動において振動の阻害が少なく、高効率化が望める。

第7に安定振動である。入力部を構成する平板の全主面に入力電極が配置できるため、1波長モードの振動モードが励起し難い。そのためより安定な半波長の共振振動が可能となる。

#### (第2の実施例)

図2に本実施例の圧電トランスの斜視図を示す。本圧電トランスは、圧電トランスの材料として一般的なPZT系の材料を焼結して得られた圧電セラミックスの圧電基板を用い、入力部を有する第1の圧電基板12および第3の圧電基板16と出力部を有する第2の圧電基板14とを、長手方向端部に設けたPZT系セラミックスからなる結合子13、15を介して、それぞれの接触面を熱硬化型エポキシ接着剤で貼りあわせて一体構造としたものである。そして圧電基板間で結合子が占めない箇所は空隙

が設けられている。この圧電トランスの大きさは $30\text{mm} \times 5\text{mm} \times 5\text{mm}$ である。入力部を構成する第1の圧電基板12の2つの主面には互いに対向する電極17aと電極17bが形成され、入力部を構成する第3の圧電基板16にも同様に電極18aと電極18bが形成されている。また中間にあって出力部14を構成する第2の圧電基板は、長手方向中央部の主面上に長手方向に垂直方向に延びる帯状の電極19が形成されている。

これらの電極はPd-Ag系の導電ペーストを用い、入出力部を構成するそれぞれの圧電基板に、電極パターンをスクリーン印刷により形成した。分極処理は油中で行い、分極処理した後にエージング処理をすることにより圧電基板を製造した。

分極方向は入力部を構成する上下の第1および第3の圧電基板12、16が圧電基板の厚さ方向とし、出力部を構成する中間の第2の圧電基板14は長手方向とするが、中間の圧電基板14では長手方向中央部を境に長手方向に2つの領域とし、それぞれの領域の分極を互いに反平行とした。ここで中間の圧電基板14の長手方向に分極する領域の長さは負荷Rとインピーダンスマッチングする条件で決められる。

中間の第2の圧電基板14の長手方向に分極された領域以外の領域は圧電基板14の厚さ方向に分極されていることが好ましい。この場合第2の圧電基板14の厚さ方向に分極された領域は図2のように配線すれば入力部の一部として動作させることもできる。また結合子13、15は圧電基板の厚さ方向に平行に分極されていることが好ましい。

#### (第3の実施例)

図3A、3Bに本実施例の圧電トランスを示す。図3Aは圧電トランスの斜視図であり、図3Bは右手からみた側面図である。図3Aに示すように本圧電トランスは、PZT系の圧電セラミックスを単板で焼結した第2の圧電基板23と、PZT系の圧電セラミックスの圧電体層と電極が厚さ

方向に交互に配置された積層構造からなる第1の圧電基板21および第3の圧電基板25を、PZT系セラミックスからなる結合子22、24を介して、熱硬化型エポキシ接着剤で貼りあわせて一体構造としたものである。この貼り合わせて重ねる方向は、第1の圧電基板21の積層方向と同じである。この圧電トランスの構造は第1の圧電基板21に圧電積層基板を用いる以外は、第2の実施例と同じである。ここでは第1および第3の圧電基板21、25を入力部とし、第2の圧電基板23の長手方向中央部を出力部とする。

第1および第3の圧電基板21、25は、図3Bに示すように圧電体層間に形成された内部電極を積層方向に1つおきに側面の電極29'で電氣的に接続したものを1つの電極群26とし、これと対向するもう1つの電極群27との間に交流入力をかける。圧電積層基板はそれぞれの圧電体層が厚さ方向に分極されており、積層方向に隣接する圧電体層同士の分極は互いに反平行となっている。このように積層にすることで高い昇圧比が得られる。

#### (第4の実施例)

図4A、4Bに本実施例の圧電トランスを示す。本圧電トランスは、出力部を有す第2の圧電基板23の分極構造及び電極配置以外は、第3の実施例と同様である。本実施例においては第2の圧電基板23はその長さ方向の2箇所でその対向する主面にそれぞれ電極29と電極30を形成し、これらの2つの電極29、30を結ぶ圧電基板の長さ方向に分極をしたものである。これらの電極29、30の形成位置は、負荷とのインピーダンスマッチングする条件で決められる。これらの電極29、30はそれぞれ、2つの主面と圧電基板の長手方向側面に連なって設ければよい。

このように出力側の電極パターンを設けることで、入出力間の電氣的

な絶縁が可能となり、したがって電源ノイズ等、ノイズに強い構造となる。

(第5の実施例)

図5に本実施例の圧電トランスを示す。本圧電トランスと第2の実施例の圧電トランスと異なる点は、結合子の形状と、圧電トランスからの電極の取り出し位置であり、その他のことは第2の実施例で述べたことと同様である。

本実施例において結合子31は、各圧電基板の長手方向端部に接着される部位31aと2つの圧電基板の間に挟まれる突起部31b、31cからなり、各圧電基板の間に介在するだけでなく、各圧電基板の長さ方向端面をカバーするような形状になっている。このことにより入力側の圧電基板の振動を出力側に効率よく伝達できるので、電力変換効率も高くなる。

そして、圧電トランスの電極の取り出し位置を、各圧電基板の長手方向側面でかつ長さ方向の中央部にした。例えば上部圧電基板の電極端32は上部主面上の電極35と接続され、電極端33は下部主面上の電極36と接続されてこれらの電極端32、33の間に入力電圧やまたは出力電圧が加わるので、上下主面上の電極の対向する電極端の近傍に切り欠き34（下部電極図示せず）を設けることで、短絡を防ぐことができる。

(第6の実施例)

図6に本実施例の圧電トランスを示す。本圧電トランスは、PZT系の圧電セラミックスのシートを圧電体層43とし、これと内部電極42a、42bが長手方向に交互に配置された第1の圧電基板43'と、同様な構造の第2の圧電基板48と、第3の圧電基板49とをPZT系セラミックスからなる結合子46a、46b、46c、46dを介して、熱硬化型

エポキシ接着剤で貼りあわせて一体構造としたものである。電極の形成法や分極方法も第2の実施例と同じである。第1、第2、第3の各圧電基板43'、48、49はそれぞれの圧電体層が圧電基板の長さ方向に分極されており、長さ方向に隣接する圧電体層の分極は互いに反平行となっている。

第1圧電基板の圧電体層間に形成された内部電極42aを積層方向に1つおきに側面電極で電氣的に接続したものを1つの電極群47aとし、これと対向する内部で電極42bを含むもう1つの電極群との間に交流入力を与える。第3の圧電基板も入力部として同様の動作をする。これらの電極群は各圧電基板の長手方向端面に電極44a、44bなどを含んでいる。

入力部となる第1および第3の圧電基板43'、49を長手方向に積層して形成した構造としたことで、電気機械結合係数の大きい圧電縦共振を用いることが可能となる。これにより大きなエネルギー変換効率で電気エネルギーを機械的振動エネルギーに変換して振動できる。また同様に、出力部となる第2の圧電基板48を長手方向に積層して形成した構造としたことで、電気機械結合係数の大きい圧電縦共振を用いることが可能となる。これにより、大きなエネルギー変換効率で機械エネルギーを電氣的振動エネルギーに変換し、電氣的負荷にエネルギー伝送できる。このように本構造では、入力部においても出力部においてもエネルギー変換効率が高いため、高出力化に有利となる。

#### (第7の実施例)

図7に本実施例の圧電トランスを示す。本圧電トランスは、PZT系の圧電セラミックスのシートの上下の主面に電極を長手方向に交互に、幅方向に線上に配置し、このシートを複数枚積層して一体焼結した積層構造を有す第1の圧電基板54と、同様の積層構造を有す第2の圧電基板5



5と第3の圧電基板56とを、PZT系セラミックスからなる結合子を介して、熱硬化型エポキシ接着剤で貼りあわせて一体構造としたものである。

この構造を図8を参照して詳細に説明する。図8はこの構造を分解したもので入力部となる第1の圧電基板54と第3の圧電基板56および出力部となる第2の圧電基板55はそれぞれ3層の圧電シートからなる。各圧電シートには幅方向に線上に交互に電極群53、52、65、66などが設けられている。各電極群はスクリーン印刷によって塗布される。各圧電シートは積層し一体焼結して作製される。入出力部の圧電積層基板は結合子67a、67b、67c、67dを介してエポキシ接着剤で接合される。接合後、内部電極に電圧を印加し、電極間の領域を分極する。入力部および出力部の圧電基板はそれぞれのシートが長さ方向に分極されており、圧電シートで隣接する領域の分極は互いに反平行となっている。各圧電シート間に形成された内部電極を積層方向に1つおきに側面電極で電氣的に接続したものを1つの電極群とし、これと対向するもう1つの電極群との間に交流電圧をかける。

入力部シートを厚み方向に積層することで、電極間の領域の分極方向を、長さ方向にほぼ平行に揃えることが可能となる。このことにより、電気機械結合係数の大きい圧電縦共振を用いることが可能となる。またより大きなエネルギー変換効率で電気エネルギーを機械的振動エネルギーに変換し振動できる。また同様に、出力部を長手方向に積層することで、電気機械結合係数の大きい圧電縦共振を用いることが可能となる、これにより、大きなエネルギー変換効率で機械エネルギーを電氣的振動エネルギーに変換し、電氣的負荷にエネルギー伝送できる。このように本構造では、入力部においても出力部においてもエネルギー変換効率が高いため、高出力化に有利となる。また長手方向に一体のシートを敷

く利点として、長手方向に伸縮するときに生じる、長手方向の垂直引っ張り応力による破壊に対して、強度をあげることが可能となる点がある。

以上の第1乃至第7の実施例において、次のことがいえる。これらの圧電トランスはいずれも図1B、1Cで示したように半波長モードで振動することができる。その場合振動の腹部である、圧電基板の長手方向端部に結合子を設けることで、入力側基板の振動を出力側基板に有効に伝達できる。振動モードによっては、基板の長手方向中央部に結合子を設けることもできる。

さらに、これらの実施例では、いずれも3つの圧電基板を用いて説明したが、第3の圧電基板を省略して第1の圧電基板と第2の圧電基板のみで構成することもできる。またさらに第4以上の圧電基板を結合子を介して積んでいくこともできる。

次に、上記第1乃至第7の実施例による圧電トランスをプリント基板に実装する方法を説明する。図9に第5の実施例と同様に、各圧電基板の幅方向の端面でかつ長さ方向の中央部に電極取り出し部を設けた圧電トランスを、プリント基板に実装する様子を示す。この圧電トランスの電極取り出し位置は圧電基板の振動の節にあたるので、この位置でプリント基板との電氣的接続だけでなく、機械的接続すなわち固定ができる。その両接続は圧電トランス電極とプリント基板間にはんだを介することで同時に行なえる。図9の構造では、圧電トランスに設けられた電極端32、33、37、38、39とプリント基板に形成された電極端60乃至64は、32-61、33-60、37-64、38-62、39-63の組み合わせでハンダ付けされる。このようにプリント基板と電氣的接続及び機械的接続構造をとることで、リフロー炉でのプリント基板への直接マウントが可能となり、製造コストを非常に低くするこ

とができる。

以上のように、第1乃至第7の実施例によれば、高出力化、高安全性、低周波数駆動、小型化、高昇圧比、高効率、高安定振動が可能となる。

(第8および第9の実施例)

次に、第8および第9の実施例を説明する。第8の実施例によって基本的な構造と動作原理を説明し、第9の実施例によってさらに具体的な圧電トランスを説明する。

(第8の実施例)

図10は本実施例の圧電トランスの構造を示すものである。圧電材料からなる直方体状の圧電基板101、102、103は、長手方向を端部に結合子104a、104b、104c、104d、104e、104f、104g、104hを挟んで積み重ねられている。3つの圧電基板と結合子は、互いの接触面は接着層(図示せず)などで固着されていて、全体が一体となっている。そして互いに対向する圧電基板の対向部で結合子の占めてない箇所は空隙となっている。

3つの圧電基板の長さ方向は3等分された領域に区分され、結合子はその領域の境界と圧電基板の端部に設けられている。

圧電基板101は長手方向に3等分した領域を有し、その第1の面には電極105a、電極106a、電極107aが形成されていて、この第1の面の裏側にあたる第2の面にもそれぞれの電極に対向した電極が形成されている。そして各電極間は電極面に垂直に分極され、隣り合う領域の分極方向は互いに反平行となっている。また電極105a、106a、107a同士、およびこれらに対向する電極同士はそれぞれ電氣的に接続されており、それぞれ電極群を構成している。

圧電基板103も圧電基板101と同様の構造である。

圧電基板 102 は長手方向に 3 等分された領域に分けることができ、圧電基板の長手方向の端面には電極 108 と電極 111 が、また各領域の長手方向に垂直な境界面には、電極 109、110 が形成されており、各電極間は電極面に垂直に分極され、隣り合う領域の分極方向は長手方向に平行かつ、互いに反平行となっている。

次に動作原理について以下に示す。

ここでは先ず圧電基板 101 と 103 を入力部、圧電基板 102 を出力部として説明する。圧電基板 101 に設けた電極 105a、106a、107a と圧電基板 103 の同じ面に設けた 3 つの電極を電氣的に接続したものを電極群 A とし、圧電基板 101 と 103 の裏面に設けた電極を電氣的に接続したものを電極群 B として、電極群 A と電極群 B との間に長手方向の長さを 1.5 波長とする周波数の交流電圧を印加する。そうすると圧電横効果により、圧電基板 101、103 の三等分した各領域は、分極方向が互いに逆なため、隣り合う領域は互いに逆位相で長手方向に伸縮振動し、長手方向に 1.5 波長の定在波が励起される。その時の応力分布と変位の振幅分布を図 11A と図 11B に示す。3 等分された領域の境界が振動の腹となる。

そして、圧電基板 101、103 の機械的振動エネルギーを、振動の腹に設けられた結合子 104a~104h を介して中間にある圧電基板 102 に伝播させることにより、圧電基板 102 は入力部と同様に長手方向 1.5 波長の定在波で伸縮振動する。このとき長手方向に 3 等分した各領域で、隣り合う領域は互いに逆位相で伸縮し、また隣り合う領域の分極方向は長手方向に平行で互いに反平行のため、圧電縦効果により発電される電圧の位相が一致し、電極 111、108 からは昇圧された高電圧の交流が取り出せる。

変圧比は入力インピーダンスと出力インピーダンスの比の平方根に比

例する。また、そのため入力と出力の電氣的接続を入れ替えれば降圧動作を行なうことも可能である。

本実施例による圧電トランスは、さらに多くの圧電基板を結合子を介して接合していくことができ、いくらでも拡張できる。

さらに各圧電基板の長手方向に区分される領域の数 $N$ は2以上であり、上限は特に限定されないが、実用的には上限は100が好ましい。

このような本実施例の圧電トランスにより、高出力化、高安全性、低周波数駆動、小型化、高昇圧比が可能となる。それを以下に詳説する。

第1に高出力化である。高出力化するには体積を大きくすることが有効であるが、本構造を用いれば、周波数を変えることなく長手方向に体積を $1/2$ 波長づつ容易に拡大することができる。また結合子によって生じる入力部と出力部の空隙により単位体積あたりの放熱面積が増大するので冷却効果が増す。その結果、高出力化に有利な構造となる。

第2に高安全性である。結合子を介することで入力部と出力部の間に空隙ができ、大きな沿面距離を確保できるため、入出力間の絶縁耐圧を大幅に向上することができる。このため、入出力間で生じる絶縁破壊を防ぐことが可能となる。

第3に低周波数駆動である。入力部と出力部とを結合子を介して接合することで入力部を構成する振動子に出力部の質量が付加した状態で振動する。そのため、入力部と出力部を含めた全体の機械的振動系の共振周波数が下がり、入力部単体で半波長で振動させた場合よりさらに低い周波数でこの圧電トランスは共振振動することになる。すなわち振動モードと長手方向の長さである素子長を一定としたとき、より低周波数での駆動が可能となる。

第4に小型化である。本構造とすることで、素子長が一定としたとき、より低周波駆動が可能となることから、逆に駆動周波数一定の場

合、より素子長を短くできる。そのため小型化に有利な構造になっている。

第5に高変圧比化である。図10に示すように、入力部には圧電基板の対向する2つの主面に電極を設け、出力部に振動子の長手方向の中央部に幅方向に延在する帯状の電極を設ける。こうした構成にすることで、入力インピーダンスを出力インピーダンスより低くすることができる。さらに出力部の圧電基板の板厚をより薄くすることで出力インピーダンスの増大が図れる。その結果、入出力インピーダンス比の平方根で決まる昇圧比を増大する設計が容易となる。

図10に示した以外に、本発明の例となる圧電基板の構造が種々考えられ、いくつかの例を次に示す。

#### (第9の実施例)

図12に本実施例の圧電トランスの概略斜視図を示す。

本圧電トランスは、圧電トランスの材料として一般的なPZT系の材料を焼結して得られた圧電セラミックスからなり、本実施例では圧電基板121と123を入力部、圧電基板122を出力部として説明する。本実施例では1.5波長の定在波を長手方向に励振させて動作させるため、この構造は、その振動の腹となる長手方向に3等分した領域の境界部に結合子を介して、圧電基板と結合子の接触面を熱硬化型エポキシ接着剤で貼りあわせたものである。そして圧電基板間で結合子が占めない箇所は空隙が設けられている。そしてこの圧電トランスの大きさは長さ30mm×幅10mm×高さ5mmとした。

入力部を構成する第1の圧電基板121は長手方向にPZT系の圧電セラミックスのシートと電極層が交互に配置された圧電積層板とからなる。圧電シート間に形成された内部電極を積層方向に1つおきに側面電極124で電氣的に接続したものを1つの電極群125とし、これと対向す

るもう1つの電極群126を他の側面電極で電氣的に接続する。

分極方向は、長手方向に平行で互いに反平行となる。ただし、長手方向に3等分した3つの領域117、118、119のうち両端部の領域117と119の2つの領域と中間の領域118とでは、電極群125或いは126の電極に接続する分極方向の極性が互いに逆になるよう分極方向が設定されている。

こうすることで、外部から交流電圧を印加したとき、長手方向に3等分した3つの領域117、118、119のうち両端部の領域117、119の2つの領域と中間の領域118が互いに逆位相で振動し、1.5波長モードの振動が励振しやすくなる。入力部を構成する第3の圧電基板123も圧電基板121と同様の構造となっている。

次に出力部を構成する第2の圧電基板122は、厚み方向にPZT系の圧電セラミックスのシートと電極層が交互に配置された圧電積層板とからなる。この圧電積層板の内部電極は、長手方向に3等分した領域に区切られており、それぞれの領域では圧電シート間に形成された内部電極を積層方向に1つおきに側面電極127で電氣的に接続したものを1つの電極群とし、これと対向するもう1つの電極群を側面電極128で電氣的に接続する。側面電極と対向する電極端の近傍に切り欠き129を設けることで、対向する電極群との短絡を防ぐことができる。分極方向は隣り合う層が互いに反平行になるように設定する。

さらに3つの領域の側面電極は、隣接する領域の分極方向の極性が互いに逆になるように接続する。こうすることで、1.5波長で本圧電基板が励振しているとき、両端部の2つの領域と中間領域が互いに逆位相で振動するため同相の交流電圧が出力できる。

電極はPd-Ag系の導電ペーストを用い、入出力部を構成するそれぞれの圧電基板に、電極パターンをスクリーン印刷により形成する。

分極処理は油中で行い、分極処理した後にエージング処理をすることにより圧電基板あるいは圧電積層板を製造する。

また、出力基板の積層体の厚みを薄くすれば、出力インピーダンスを低くすることができ、整合負荷の値を小さくすることができる。逆に積層体の厚みを厚くすれば出力インピーダンスを大きくすることができ、整合負荷の値を大きくすることができる。

同様に入力基板の積層体の厚みを変えることで、入力インピーダンスを任意の値に設定することが可能となる。

ここでは、1.5波長で励振する場合で説明したが、長手方向に1/2波長づつ拡張すれば2波長以上の高次のモードでも駆動することができる。

また、図12において、各入力部および出力部の基板はそれぞれ長手方向の中心軸に90°回転させた状態で互いに結合してもよい。

また以上の第9の実施例の構成について、これを構成する圧電基板は種々の形態をとり得る。その例を図13、図14、図15、図16を参照して説明する。これらの圧電基板は入力部としても出力部としても機能することができ、これらを組み合わせ、振動の腹部に結合子を介して結合することで、所望の入力インピーダンスや出力インピーダンスを実現する圧電トランスの設計が可能となる。

図13に示した圧電基板は、図10の出力部と同様の構成で、圧電体ブロックを間に電極を挟んで積層したものであり、長手方向に3等分した領域141、142、143の長手方向に垂直な端面および境界面には、電極144、145、146、147が形成されており、各電極間は電極面に垂直に分極され、隣り合う領域の分極方向は長手方向に平行かつ、互いに反平行となっている。

この圧電基板を入力部として機能させる場合は、電極144と147



に交流電圧を印加する。その結果、圧電縦効果により領域141と143が同位相、領域142が領域141、143に対して逆位相で振動し、1.5波長の振動が励振できる。

またこの圧電基板を出力部として機能させる場合は、1.5波長で励振させると領域141、143が同位相、領域142が領域141、143に対して逆位相で振動する。分極方向が領域141、143が同方向、領域142が領域141、143に対して逆方向のため、位相の揃った電圧が直列接続され、端部の電極144、147から取り出すことが可能となる。

本構造の圧電基板は、入力部として動作させる場合は高入力インピーダンス、出力部として動作させる場合は高出力インピーダンスを実現するのに有効な構造となっている。

図14に示したものは、長手方向にPZT系の圧電セラミックスのシートと電極層が交互に配置された圧電積層基板からなる。圧電シート間に形成された内部電極を積層方向に1つおきに電氣的に接続したものを1つの電極群148とし、これと対向するもう1つの電極群149とする。

分極方向は、長手方向に平行で各領域内では互いに反平行となる。ただし、長手方向に3等分した3つの領域150、151、152のうち両端の領域150、152の2つの領域と中間の領域151とでは、電極群148或いは149の電極に接続する分極方向の極性が互いに逆になるよう分極方向を設定する。

入力部として機能させる場合は、電極群148と149に交流電圧を印加する。その結果、圧電縦効果により領域150、152が同位相、領域151が領域150、152に対して逆位相で振動し、1.5波長の振動が励振できる。

また出力部として機能させる場合は、1.5波長で励振させることに

より、領域150、152が同位相、領域151が領域150、152に対して逆位相で振動する。分極方向が領域150、152が同方向、領域151が領域150、152に対して逆方向のため、位相の揃った電圧が並列に接続され、電極群148と、電極群149から取り出すことが可能となる。

本構造の圧電基板は、さらに積層数を増やし、積層厚みを薄くすることで、入力基板として動作させる場合は低入力インピーダンス、出力基板として動作させる場合は低出力インピーダンスを実現するのに有効な構造となっている。

図15の圧電基板は、厚み方向にPZT系の圧電セラミックスのシートと電極層が交互に配置された圧電積層基板からなる。この積層板の内部電極は、長手方向に3等分した領域153、154、155ごとに区切られており、領域153では、圧電シート間に形成された内部電極を積層方向に1つおきに側面電極156で電氣的に接続したものを1つの電極群とし、これと対向するもう1つの電極群を側面電極157で電氣的に接続する。側面電極と対向する電極端の近傍に切り欠き158を設けることで、対向する電極群との短絡を防ぐことができる。

分極方向は隣り合う層が互いに平行かつ逆になるように設定する。領域154、155も同様である。

そして、領域153、154、155の側面電極は、領域153、154、155の分極方向の極性が互いに逆になるように接続する。こうすることで、1.5波長で本圧電基板が励振しているとき、両端部の2つの領域と中間領域が互いに逆位相で振動するため同相の交流電圧が出力できる。図15の例では接続電極159、160を用いて、領域153、155と領域154が分極方向の極性が互いに逆になるように接続される。また接続電極159、160を設けなければ、各領域の電極対

をそれぞれ独立に負荷に接続して、多出力の圧電トランスが得られる。

図16に示す圧電基板は、図12に示した圧電トランスの入力部121、123と同等の性能を、厚み方向に積層した圧電基板で実現するための構造である。この圧電基板は、圧電層と内部電極を交互に積層した圧電板161、162、163をその厚さ方向に積層したものである。積層する方法は、圧電板161、162、163をグリーンシート状態で重ねて一体焼結してもよく、また圧電板161、162、163をそれぞれ焼結したものをポリイミド樹脂、エポキシ樹脂などからなる接着剤で貼りあわせたものでもよい。また内部電極のかわりに圧電板161、162、163の主面に長手方向に垂直な方向に延在する交差指状電極を設けてもよい。この内部電極または交差指状電極を1つおきに側面電極164で電氣的に接続したものを1つの電極群とし、これと対向するもう1つの電極群を側面電極165に電氣的に接続する。そして長さ方向に領域166、167、168に3等分されている。

分極方向は、長手方向に平行で各領域内で隣接する部分で互いに逆となる。ただし、長手方向に3等分した3つの領域166、167、168のうち両端の領域166、168の2つの領域と中間の領域167とでは、同じ電極群164、165の電極に接続する分極方向の極性が互いに逆になるよう分極方向を設定する。こうすることで、外部から交流電圧を印加したとき、長手方向に3等分した3つの領域166、167、168のうち両端の領域166、168の2つの領域と中間の領域167が互いに逆位相で振動し、1.5波長モードの振動が励振しやすくなる。

このような圧電板を厚み方向に積層することで、積層数を減らすことができ製造コストの低減につながる。また励振時は長手方向に破断応力が加わるが、図4のような長手方向に垂直な面に電極が配置してある場

合、電極と圧電基板間の境界が機械的に弱いため、破断する際は、その境界から破断が進行する可能性が高い。しかしながら図16のような電極構造にすれば、機械的に弱い電極と圧電基板間の境界を長手方向に対して平行にすることができるため破断強度を大幅にあげることが可能となり、その結果、高出力化にも有利な構造となっている。

以上のように、第8および第9の実施例によれば、高出力化、高安全性、低周波数駆動、小型化、高昇圧比が可能となる。

上記の圧電トランスにおいて、外部との電氣的接続箇所は、圧電トランスの圧電共振振動の節点に位置するのが好ましく、機械的振動を阻害しないですむ。電氣的導通は、外部回路と圧電トランスの振動の節に位置する電極間に、はんだ、リード線、ポリイミド樹脂等の絶縁体を使用したフレキシブル基板、導電性弾性体等を介在させることにより行うのが望ましい。

また圧電トランスの支持は振動の節部でシリコン接着剤などの弾性体により行なう。第1乃至第7の実施例の圧電トランスの支持は、長手方向の中央部でシリコン接着剤などの弾性体により行なう。また、電氣的接続に用いたはんだを機械的接続に兼用すれば部品点数の低減ができ、コスト低減につながる。さらにプリント基板と電氣的接続及び機械的接続構造をとることで、リフロー炉でのプリント基板への直接マウントが可能となり、製造コストを非常に低くすることができる。

さらに上記圧電トランスは電氣的接続を変えることで昇圧用途にも降圧用途にも使える。図1A乃至図7、図10、図12には昇圧に使用する時の電氣的接続を示してあるが、入力と出力を逆に接続すれば、降圧用途に使用することもできる。その場合は各実施例での説明で入力と出力を入れ替えればよい。

1から9の実施例では圧電基板長手方向の端部および分極の領域の境

界が圧電トランスを動作させた時の振動の腹となる。

(第10および第11の実施例)

次に、第10および第11の実施例を説明する。第10の実施例によって基本的な構造と動作原理を説明し、第11の実施例によってさらに具体的な圧電トランスを説明する。

(第10の実施例)

まず、第10および11の実施例の動作原理について図17A、17Bを参照して説明する。図17Aは本実施例の圧電トランスの構造を説明するための概略斜視図である。この圧電トランスは、図17Bに示すように、圧電セラミックスからなり電極201a、202a、203a(片面の電極のみ表示)が形成されている平板状の圧電基板201、202、203が、円環状の結合子204によって接合された構造を備えている。互いの接合面には接着層(図示せず)が形成されていて、全体が一体となっている。

次に動作原理について以下に示す。ここでは中間にある圧電基板202を出力部、その上下に設けられた圧電基板201および203を入力部として説明する。入力部の圧電基板201、203の円状の主面のほぼ全面に形成された円形の電極部に、1次の径広がり振動を励振させる周波数の交流電圧波形を、2枚の入力基板201、203の径広がり振動の位相が一致するように同位相で印加する。径広がり振動による電気機械結合により2つの圧電基板201、203には、主面の中心が振動の節となるような圧電共振振動が生じる。この振動状態を図18A-18Dに示す。それぞれの圧電基板は、図18Aと18Bに示すような基本径広がり振動による収縮を繰り返す。図18Cと18Dは、基本径広がり振動の径広がり方向の変位分布と応力分布を示している。図18C

に示すように、主面の外周縁部で変位が大きい振動の腹部となり、圧電基板の主面の中心の部位が径拡がり方向の変位が最も小さい振動の節部となる。したがって図17A、17Bに示したように、入力部となる圧電基板と出力部となる圧電基板とを振動の腹部となる外周縁部で結合子を介して結合すれば、入力部の振動を出力部に効率よく伝達することができる。出力部ではこの機械的振動エネルギーを径拡がり電気機械結合により電氣的振動エネルギーに変換して圧電基板202の主面に設けられた電極から出力する。発電に大きな寄与をする、出力部の厚み方向の振動の腹となる中心部分は結合子のない空隙となっているため、厚み方向の振動が阻害されることがない。

このような圧電トランスを固定するためには、径拡がり振動の節となる中心部に固定具を接合すれば、機械振動を阻害することなく圧電トランスを支持固定することが可能となる。

次に高次の径拡がり振動を利用する圧電トランスを説明する。図19は3次モードを利用する圧電トランスをたてに分解して示したものである。すなわち圧電基板201と202は径が異なる2つの円環状の結合子206aと206bを介して接合されており、また圧電基板202の裏面と圧電基板203は同じように円環状の結合子207aと207bを介して接合されている。各圧電基板には、円状の2つの主面に互いに対向する電極対201a、201b、201c（図では片面のみ表示）が形成されている。圧電基板201と203を入力部とし、それらに挟まれた圧電基板202を出力部とする場合は、圧電基板201と203のそれぞれの電極対間に入力の交流電圧を印加し、圧電基板202の電極対から出力電圧をとりだせばよい。

ここで3次の径拡がり振動の様子を図20A-20Dに示す。このモードで振動している圧電基板は図20Aと20Bのような伸縮を繰り返

す。その変位と応力の径方向の分布は図 20 C と 20 D のようになり、振動の腹部と節部が存在する。この例ではこの振動の径方向の 2 箇所の腹部に位置するように、2 つの結合子を取り付けることにより、入力部から出力部へ振動を効果的に伝達することができる。

このように径拡がり振動の次数によって決まる振動の腹部に、次数にあった個数の結合子を設ければよい。高次モードを用いることで、形状を一定にしたまま駆動周波数を上げることが可能となる。

円環状の結合子の寸法は、圧電基板の振動の腹部の位置で接合されるように、定めればよい。圧電基板の振動の腹部の位置は駆動周波数、圧電基板の寸法や圧電材料の物性値から求まる。

結合子を円環または円環状に配置することで、円板型の結合子とくらべ、発電効率の大きい円の中心部で厚み方向の振動を阻害することがないため、ほぼ設計通りの変圧比が得られる。結合子の材料は導電体でもよいし、誘電体でもよい。結合子が誘電体からなる場合、円環または円環状に配置された結合子と電極との接触面積が小さいので、これにより入出力間の容量結合が小さくなり、容量的結合をとおして伝播するノイズを大幅に遮断することが可能となる。

またこの結合子形状が円環または円環状に配置されることで、素子の共振周波数の低下という付随的な効果があることがわかった。これは入力部に対して出力部が、あるいは出力部に対して入力部が互いに機械共振系に付加する質量として加わるため、機械的共振系の周波数が低減しているためと思われる。この円環の幅の寸法を変えることで共振周波数がある程度の範囲で調整することも可能である。

各圧電基板と結合子の接合は、結合子をセラミックス材料を用いて一体焼結により行なっても良い。

また図 17 A、17 B や図 19 に示したのは、3 枚の圧電基板が結合子

により接合された構造であるが、さらに圧電基板と結合子を厚み方向に拡張して増やしてもよい。その場合、入出力部を構成する圧電基板の配置が厚み方向で中間値に位置する仮想面を対称面とした鏡面对称であることが望ましい。また圧電基板をこのように増やすことで1入力多出力のトランスを得ることもできる。

(第11の実施例)

図21に本実施例の圧電トランスの斜視図を示す。本実施例では圧電基板210と212を入力部、圧電積層体である圧電基板211を出力部として説明する。入力部である圧電基板210と212は、圧電トランスの材料として一般的なPZT系の圧電材料からなる円板であり、その上面及び下面には円形の電極210a、212aなどが設けられている。電極はPd-Ag系の導電ペーストを用いスクリーン印刷により塗布し焼成することで形成される。出力部は入力部と同じ圧電材料からなる圧電積層体である圧電基板211で、複数の電極層と圧電材料からなる複数の円板状の圧電層とが交互に厚み方向に積層した構造からなっている。ここで入力部の圧電基板は上下面に垂直方向に分極軸が向くように分極処理されている。また出力部の圧電積層体である圧電基板は上下面に垂直方向に分極されているが、隣り合う圧電層は互いに反平行に分極されている。本積層構造とすることで出力インピーダンスを小さくでき、変圧比を大きくすることが可能となる。そして2つの入力部の間に出力部を配置し、各圧電基板と圧電積層体の間にPZT系セラミックスからなる円環状の結合子を振動の腹部となる円板の外周部に配置し、それぞれの接触面を熱硬化型エポキシ接着剤或いはボリでイミド系接着剤等で貼りあわせた。この圧電トランスの大きさは直径φ20mm、厚み4mmである。

出力部では、複数の電極層が一つおきに電氣的に接続され、リード線216、217で外部に取り出される。入力部では、2つの圧電基板2



10、212の向き合った面に形成された電極をリード線215で電気接続し、最外面上の電極にリード線218、219で電源からの交流を印加する。このように入力基板が容量的に直列接続すると入力インピーダンスを大きくすることができる。また別の接続方法で2つの入力基板を並列に接続することで入力インピーダンスを小さくすることも可能となる。昇圧比は入力インピーダンスと出力インピーダンスの比の平方根に比例する。図21に示した電氣的接続にすれば、入力インピーダンスが出力インピーダンスより大きくなり降圧動作が可能となる。入力と出力の接続を逆にすれば入力インピーダンスが出力インピーダンスより小さくなり昇圧動作が可能となる。

またこの圧電トランスでは結合子213、214の外径を圧電基板210、212および圧電積層体である圧電基板211の外径よりも小さくすることにより、結合子の円周端面を入出力基板の外円周よりひきこみ、側面に凹凸が形成されている。本構造とすることで、さらに単位体積当たりの表面積を拡大して放熱効果が増大できる。また圧電基板上の電極をエポキシ樹脂やポリイミド樹脂のような耐絶縁破壊電圧の高い樹脂でコーティングすることにより、入力電極と出力電極間の沿面距離を拡大することが可能となり、入出力間の絶縁破壊耐電圧を大幅に向上することが可能となる。

この結合子の材料をエポキシ樹脂、ポリイミド樹脂等の剛性の大きい樹脂としてもよい。そうすることで用いる複数の圧電基板を射出成形機の金型に配置した状態で、結合子となる樹脂を射出成形することでトランス部品を容易に製造することが可能となる。また結合子に絶縁物を用いることで、入出力間を直流的に絶縁することができる。

ここで結合子の構造例を図22A-22Dに示す。本発明において圧電基板の間に介在する結合子は必ずしも図22Aのような閉じた円環だ

けでなく、図 2 2 B、図 2 2 C、図 2 2 Dに示すように、円環がいくつかのブロックに分断されて、円環状に配置されているような場合でも、閉じた円環と同様な性能を発揮することができる。

また、図 2 2 B、図 2 2 C、図 2 2 Dのように分断された形状の結合子によって囲まれる空間に空気の流入が可能となる。このため、圧電トランスが発熱することにより内部の気体の圧力が高まり接着層が剥離したり、結合子が破壊したりすることを防ぐことができる。また外部から圧電体間の結合子により画定された空隙内部に空気が流入すれば内部の空隙内部の冷却効率も高まり、温度上昇によって規定される最大出力電力を増大することが可能となる。

また図 2 3 A - 2 3 D、2 4 A、2 4 B、2 5 A、2 5 B、2 6 A、2 6 Bに本実施例の入力基板または出力基板を構成する圧電基板のバリエーションを示す。これらの圧電基板は入力部にも出力部にも使用することができ、これらの圧電基板を組み合わせることで様々な入出力インピーダンス比をもつトランスを設計することが容易になる。

図 2 3 Aは円板状の圧電基板 2 2 0 の 2 つの主面に電極 2 2 1 a、2 2 1 b を設け、電極面に垂直方向に分極したものである。また図 2 3 B は圧電積層体である圧電基板が、圧電材料からなる複数の圧電層 2 2 0 a、2 2 0 b、2 2 0 c と複数の電極層 2 2 2 a、2 2 2 b、2 2 2 c、2 2 2 d とが交互に厚み方向に積層した構造からなっており、前記複数の電極層が一つおきに電氣的に接続され、隣り合う電極層が直流的に絶縁されていることを特徴とする。また分極方向は、円板面に対して垂直で隣り合う圧電層では互いに反平行となっている。この圧電積層体を用いることで静電容量を大きくし、インピーダンスを低減することが可能となる。図 2 3 C と図 2 3 D に示した圧電基板は、それぞれ図 2 3 A と図 2 3 B の圧電基板の円板形状を正形状にしたものである。本形

状にすることで、電子部品として実装する際、デッドスペースが減りスペースの有効活用が図れる。また単位体積当たりの放熱面積が円板より大きくなる。

さらに図 2 4 A、2 4 B は高次のモードで励振が可能な電極構成を有す圧電基板の例をその斜視図 2 4 A と断面図 2 4 B で示している。ここでは圧電基板 2 2 5 の上下 2 つの主面に円形の電極 2 2 6 b とそれを囲む円環状の電極 2 2 6 a が設けられている。2 つの電極の境界は高次の径拡がり振動の腹に位置するようにすることにより、効率よく高次径拡がり振動を励振することが可能となる。上下の 2 つの円形の電極 2 2 6 b の間の円柱状領域と、上下の円環状の電極 2 2 6 a の間の円環柱状領域の分極方向は、厚さ方向で互いに反平行で、かつ同じ主面に位置する電極を導体 2 2 9 で電氣的に接続することで、外部への電極取り出し箇所を減らすことができる。

図 2 5 A、2 5 B に示す圧電積層体である圧電基板は、図 2 4 A、2 4 B の圧電体のかわりに、圧電層 2 2 7 a、2 2 7 b、2 2 7 c と電極層 2 3 1 a、2 3 1 b を交互に積層したもので、その圧電積層体の上下の面に円形電極 2 2 8 b とそれを囲む円環電極 2 2 8 a を形成したものである。このとき図 2 5 B に示すように、縦方向と横方向で隣り合う領域の分極方向は互いに反平行となるようにする。こうすることで貼りあわせた円板の端面から電氣的接続が可能となる。この圧電積層体は図 2 4 A、2 4 B に示した圧電基板 2 2 5 を貼りあわせることでも作製できる。

図 2 6 A、2 6 B に示す圧電基板は分極が面内方向でかつ中心から径方向に放射状に分極したものである。図 2 6 A では圧電基板 2 3 2 の中心部分に円形の電極 2 3 3、外周側部に環状の電極 2 3 2 a が設けられている。また分極方向は、前記圧電基板の円状電極から環状電極間が放

射状に分極軸が向いている。こうすることで静電容量を大幅に減らし、大きなインピーダンス値の基板を設計することが容易となる。図26Bの圧電基板は高次モードの径拡がり振動でも動作するようにしたものである。圧電基板234の主面上に円状電極236と外周側部の環状電極234aに加えて、径拡がり振動の腹部に、第2の環状電極235を設けて、圧電基板は面内でかつ中心から放射状に分極され、中心と第2の環状電極235の間の分極方向と第2の環状電極と外周部の環状電極234との間の分極方向は互いに逆方向としている。図26Aと26Bの圧電基板で、外周側部に設けられた環状の電極232aと234aは、外周側部のかわりに圧電基板の主面上に形成されてもよい。

以上のように、第10および11の実施例により、高効率、大電力で設計通りの変圧比が得られ、共振周波数の低減が可能な圧電トランスを提供できる。また結合子の材料が誘電体の場合、入出力間の静電容量を低減してノイズの伝播を遮断できる。

#### (第12および第13の実施例)

次に、第12および第13の実施例を説明する。

まず、第12および第13の実施例の構造と動作原理について図27を参照して説明する。図27は、第12および第13の実施例の圧電トランスの構造を説明するための概略斜視図である。圧電セラミックスからできている平板状の圧電基板301、302、303のそれぞれの表裏の主面には円形の電極層306、307、308（裏面の電極は図示せず）が形成されている。圧電基板301、302、303は、間に結合子304、305を挟んで積み重ねられている。3つの圧電基板と2つの結合子は、互いの接触面には接着層が形成されていて、全体が一体となっている。

次に動作原理について以下に示す。中央にある圧電基板 302 を入力部、外側にある圧電基板 301、303 を出力部として説明する。圧電基板 302 の表裏の主面に設けた円形の電極層に、圧電基板が 1 次の径広がり振動をするような周波数の交流電圧波形を印加する。圧電横効果により平板の中心が振動の節となるような圧電共振振動が生じる。円形の結合子を介して出力部の圧電基板も同様に平板の中心が振動の節となるような圧電共振振動が生じる。この機械的振動エネルギーを圧電横効果により電氣的振動エネルギーに変換して出力する。

変圧比は入力インピーダンスと出力インピーダンスの比の平方根に比例する。本例では入力インピーダンスが出力インピーダンスより大きいので、降圧トランスとしての動作が可能となる。

このような本発明により、入出力間の電氣的絶縁が可能となる。すなわち、本構造を用いることで入出力間に絶縁体からなる結合子を介することで入出力間の電氣的絶縁が可能となる。また表面積が大きくなるので、放熱効果が高くなって大きな電力を出力できる。

#### (第 12 の実施例)

図 27 を参照して本実施例の電圧変換器を説明する。本圧電トランスは、入力部は圧電トランスの材料として一般的な PZT 系の圧電材料からなる 1 枚の正方平板からなり、その上面及び下面には正方平板の周囲に内接するような円形の電極が、Pd-Ag 系の導電ペーストを用いスクリーン印刷により形成されている。出力部は入力部と同じ圧電材料からなり、電極も入力部と同様に形成されている。各平板の分極は平板に垂直な方向に分極軸が向くように分極処理されている。2 枚の出力部の間に入力部を配置し、各平板の間に PZT 系セラミックスからなる円板状の結合子を介して、それぞれの接触面を熱硬化型エポキシ接着剤で貼りあわせた構造からなる。このような絶縁物を介在させることで、入出力間の電氣的絶縁

が可能となる。圧電トランスの大きさは $24\text{mm} \times 24\text{mm} \times 4\text{mm}$ である。昇圧比は入力インピーダンスと出力インピーダンスの比の平方根に比例する。図27に示した本実施例では、圧電基板302の表裏電極層に入力電圧を印加し、出力側は外側の圧電基板301の表側の電極層306と圧電基板の表側の電極308とを電気接続し、それぞれそれぞれの裏面電極層（図示せず）同士を電気接続して、負荷321に接続することで、降圧動作が可能となる。入力と出力の接続を逆にすれば昇圧動作が可能となる。この電極層間の結線は、圧電基板の分極の極性が同じ電極層どうしを電気接続すればよい。

（第13の実施例）

図28に本実施例である圧電トランスの出力部を積層した構造の斜視図を示す。出力部の構成以外は実施例12と同様である。本実施例の圧電トランスの出力部は積層した圧電基板311、313からなり、それぞれの圧電基板は、圧電トランスの材料として一般的なPZT系の圧電材料からなる正方形の圧電板311a、311b、313a、313bからなり、その表裏面及び圧電板間には圧電板の主面に内接するような円形の電極層316、317、318（裏面の電極層および内部電極は図示せず）が形成されている。これらの電極層はPd-Ag系の導電ペーストを用いスクリーン印刷により形成されている。圧電基板311と313の端面には内部電極の接続端子319、320がそれぞれ設けられている。出力部の圧電板の分極方向は、圧電板の主面に垂直で、隣り合う圧電板の分極方向は互いに反平行になるように分極されている。

本実施例の圧電トランスは、圧電基板311に設けられた電極のうち、1つおきの電極層であり圧電基板の311の表裏の主面に形成された2つの電極層を第1の電極群とし、この場合は1つの電極層であるが圧電板311aと311bの間に設けた内部電極を第2の電極群とし、

第1電極群と第2電極群のそれぞれを出力電極としている。下方の圧電基板313についても同様に、上下の圧電基板311と313のそれぞれの第1の電極群どうしを電気接続して出力電極の一方とし、また第2の電極群どうしを電気接続し出力電極の他方として、負荷321に接続している。

本実施例では、圧電基板311と313を積層構造にしているので、そのインピーダンスが小さくなるので、昇圧比または降圧比を大きくできる。

以上のように、上記第12および第13の実施例によれば、大電力を出力できかつ入出力間の電氣的絶縁が可能となる。

上記本発明の各圧電トランスにおいては、出力電極と隣接する入力部の電極間への放電を防止するため、ポリイミド等の高耐圧樹脂フィルムを、入出力部間の空隙に挿入したり、シリコン接着剤、エポキシ接着剤、ポリイミド樹脂からなるワニスを塗布することもできる。

また上記の実施例では圧電基板と結合子の接合は接着剤を用いて行うことで説明したが、圧電基板と結合子の材料をセラミックス材料にし、圧電基板を焼結するときに結合子および電極を一体焼結して得る事もできる。その場合結合子は、圧電基板の主面に垂直方向に分極されていることが好ましい。また結合子自体を剛性の高い接着剤で形成してもよい。

#### 産業上の利用可能性

以上のように、本発明によれば、より高出力化された圧電トランスが得られる。

その結果、本発明は、液晶バックライト用インバータやDC-DCコンバ

ータなどの電力変換装置に使用される圧電トランスに特に好適に利用できる。



## 請求の範囲

1. 少なくとも2つの圧電基板であって、それぞれが圧電材料からなり平板状で第1の主面とこれに対向する第2の主面を有している前記少なくとも2つの圧電基板が、少なくとも2つの結合子を介して接合されている圧電トランスであり、

前記少なくとも2つの圧電基板が第1の圧電基板と第2の圧電基板とを備え、

前記第1の圧電基板および前記第2の圧電基板の一方の前記第1の主面と前記第1の圧電基板および前記第2の圧電基板の他方の前記第2の主面とが対向するように配置され、

前記一方の圧電基板の前記第1の主面と前記他方の圧電基板の前記第2の主面との間には前記少なくとも2つの結合子が介在するとともに空隙が設けられており、

前記一方の圧電基板に入力部が設けてあり、前記他方の圧電基板に出力部が設けてあることを特徴とする圧電トランス。

2. 前記少なくとも2つの結合子が第1、第2、第3の結合子を含んでおり、前記空隙が前記第1、第2、第3の結合子間に設けられており、

前記第1および第2の圧電基板のそれぞれが、直方体状であって、その長手方向にN等分（Nは2以上の整数）した領域に区分され、

前記第1および第2の結合子が前記圧電基板の長手方向端部に位置し、前記第3の結合子が、前記第1および第2の圧電基板のそれぞれの前記領域の境界に位置していることを特徴とする請求項1記載の圧電トランス。

3. 前記第1の圧電基板の前記第1の主面と前記第2の主面にそれぞれ電極が設けられており、前記電極間の前記第1の圧電基板が前記第1の主面に垂直方向に分極されていることを特徴とする請求項1または2記載の圧電トランス。

4. 前記第1の圧電基板が、複数の電極層と圧電材料からなる複数の圧電体層とが交互に積層した構造を備えており、前記複数の電極層が2つの電極群にまとめられて、同じ電極群のなかの前記電極層は互いに電気接続されていることを特徴とする請求項1または2記載の圧電トランス。

5. 前記第1および第2の圧電基板の少なくとも1つの圧電基板の前記長手方向の両端および前記領域の境界に電極がそれぞれ設けられており、各電極間の前記圧電基板が前記長手方向に平行に分極され、かつ隣接する前記領域の分極方向が違いに反平行であることを特徴とする請求項2記載の圧電トランス。

6. 前記第1または第2の圧電基板の前記領域のそれぞれが、複数の電極層と圧電材料からなる複数の圧電体層とが交互に前記第1または第2の圧電基板の厚さ方向に積層した構造を備えており、

各領域の前記電極間の前記圧電体層が前記厚さ方向に平行に分極されており、

前記厚さ方向に隣り合う前記圧電体層の分極方向が互いに反平行であり、

前記各領域の前記複数の電極層が2つの電極群にまとめられて、同じ電極群のなかの電極層は互いに電気接続されていることを特徴とする請

求項 2 記載の圧電トランス。

7. 前記第 1 または第 2 の圧電基板の前記領域のそれぞれが、複数の電極層と圧電材料からなる複数の圧電体層とが交互に前記長手方向に積層した構造を備えており、

各領域の前記電極間の前記圧電体層が前記長手方向に平行に分極されており、

前記各領域の前記複数の電極層が 2 つの電極群にまとめられて、同じ電極群のなかの電極層は互いに電気接続されていることを特徴とする請求項 2 記載の圧電トランス。

8. 前記入力部の外部回路との電氣的接続部が前記一方の圧電基板の前記長手方向の側面でかつ振動の節部に形成され、

前記出力部の外部回路との電氣的接続部が前記他方の圧電基板の前記長手方向の側面でかつ振動の節部に形成され、

導電体を介して前記入力部の外部との前記電氣的接続部および前記出力部の外部との前記電氣的接続部と前記外部回路との電氣的接続および圧電トランスを支持するための機械的接続を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の圧電トランス。

9. 互いに対向する 2 つの主面をそれぞれ有する少なくとも 2 つの圧電基板であって、第 1 の圧電基板と第 2 の圧電基板とを備える前記少なくとも 2 つの圧電基板と、

円環状の結合子または円環状に配置された結合子であって、前記円環の内側に空隙が設けられた前記結合子と、を備えた圧電トランスであって、

前記第 1 および第 2 の圧電基板は、それぞれの前記主面が互いに向き合うように配置され、かつ前記主面間で前記結合子を介して結合されており、

前記第 1 の圧電基板に入力部が設けてあり、前記他方の圧電基板に出力部が設けてあることを特徴とする圧電トランス。

10. 前記第 1 および第 2 の圧電基板間に介在する前記結合子が、前記第 1 および第 2 の圧電基板の径拡がり振動の振動の腹部に配置されていることを特徴とする請求項 9 記載の圧電トランス。

11. 前記第 1 および第 2 の圧電基板のそれぞれの前記 2 つの主面に電極がそれぞれ設けられており、前記第 1 および第 2 の圧電基板が前記主面に垂直方向に分極されていることを特徴とする請求項 9 または 10 記載の圧電トランス。

12. 前記第 1 および第 2 の圧電基板の少なくとも一方の少なくとも 1 つの前記主面の中心部分に円状電極が、外縁部に環状電極が設けられており、前記第 1 および第 2 の圧電基板の前記少なくとも一方の前記円状電極と前記環状電極間が径方向に分極されていることを特徴とする請求項 9 または 10 記載の圧電トランス。

13. 前記第 1 および第 2 の圧電基板の少なくとも一方が、複数の電極層と圧電材料からなる複数の圧電層とが交互に厚さ方向に積層した構造を備えており、前記複数の電極層が一つおきに電氣的に接続され、隣り合う電極層が直流的に絶縁されていることを特徴とする請求項 9 または 10 記載の圧電トランス。

1 4. 圧電材料からなり平板の少なくとも2つの圧電基板が少なくとも1つの円板状の絶縁体からなる結合子を介して接合されており、

前記少なくとも2つの圧電基板が第1の圧電基板と第2の圧電基板とを備え、

第1の圧電基板と第2の圧電基板が前記少なくとも1つの結合子のうちの1つの結合子を介して接合されており、

前記第1および第2の圧電基板のうち一方に入力部が設けられており、他方に出力部が設けてあることを特徴とする圧電トランス。

1 5. 前記第1および第2の圧電基板が第1の主面と第2の主面とをそれぞれ有しており、前記第1および第2の圧電基板のそれぞれの前記第1および第2主面に電極層がそれぞれ設けられており、前記電極層間の前記第1および第2の圧電基板が前記第1の主面に垂直方向にそれぞれ分極されていることを特徴とする請求項1 4記載の圧電トランス。

1 6. 前記第1および第2の圧電基板の少なくとも一方が、複数の電極層と圧電材料からなる複数の圧電層とが交互に厚み方向に積層した構造を備えており、前記複数の電極層は一つおきに電氣的に接続された2つの電極群にまとめられていることを特徴とする請求項1 4記載の圧電トランス。

1 7. 前記第1および第2の圧電基板に設けられた前記電極層の形状が円形であることを特徴とする請求項1 5または1 6記載の圧電トランス。

18. 前記第1および第2の圧電基板の前記第1および第2の主面が正方形であり、前記正方形に内接する円の中心と第1の圧電基板と第2の圧電基板間の前記結合子の中心が一致するように配置されていることを特徴する請求項14から請求項17のいずれかに記載の圧電トランス。

19. 前記第1および第2の圧電基板の前記主面に対向する前記結合子の主面の大きさが、前記第1および第2の圧電基板の前記主面の外周に内接する円と同等或いは小さいことを特徴とする請求項14から請求項16のいずれかに記載の圧電トランス。

20. 前記少なくとも2つの圧電基板が第3の圧電基板をさらに備え、  
前記第3の圧電基板を入力部或いは出力部のいずれか一方とし、  
入力部と出力部の配置が鏡面对称になるように前記第1乃至第3の圧電基板が配置してあることを特徴とする請求項1、2、9または14記載の圧電トランス。

1 / 2 3

図 1 A

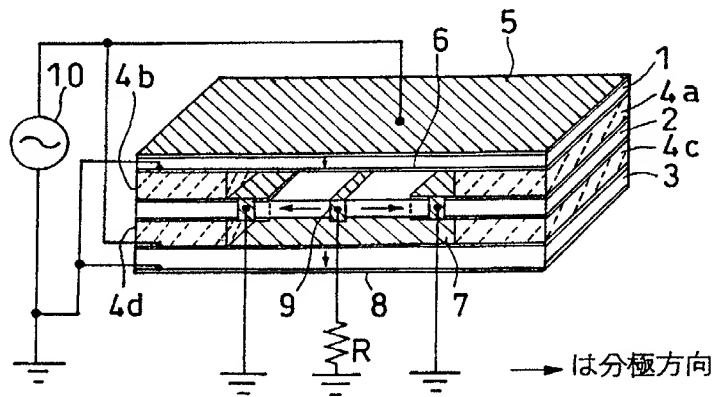


図 1 B

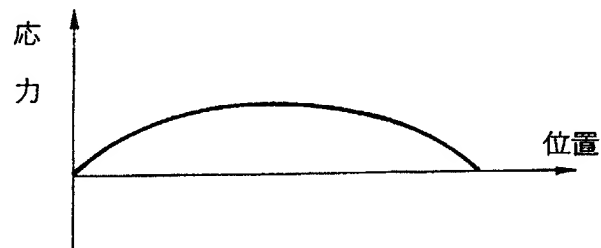


図 1 C

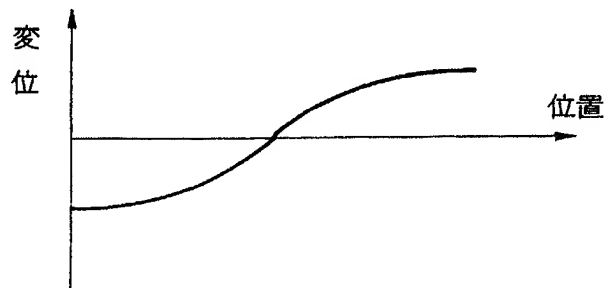


図 2

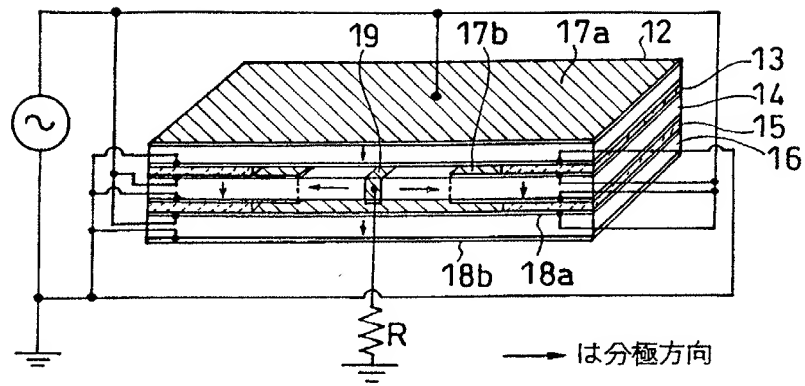


図 3 A

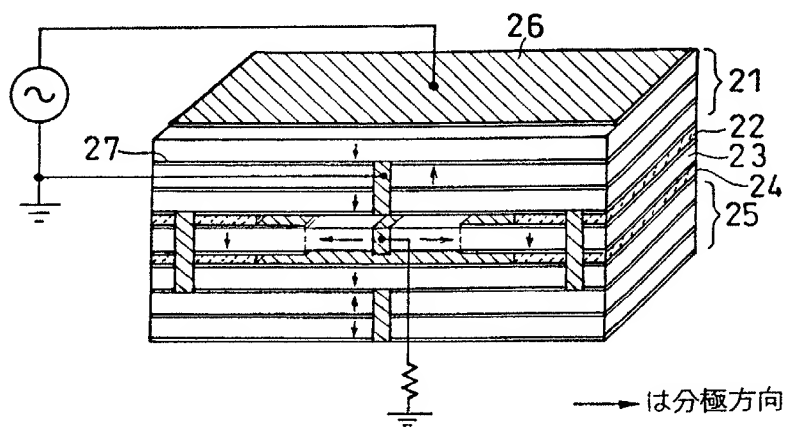
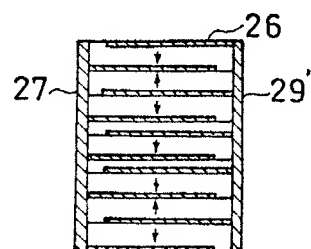


図 3 B





3 / 2 3

図 4 A

図 4 B

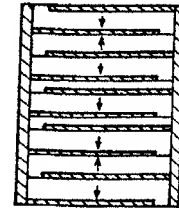
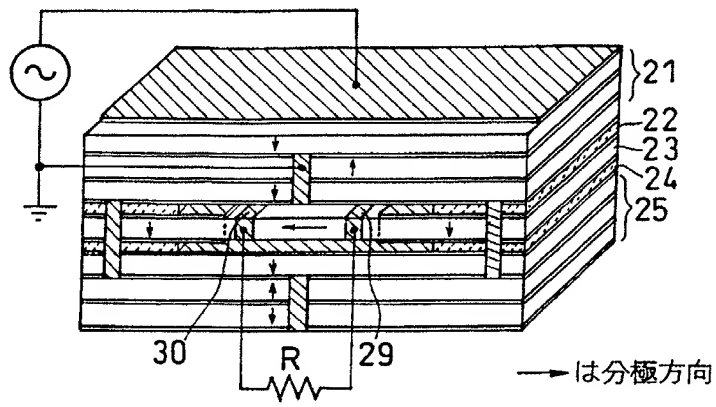
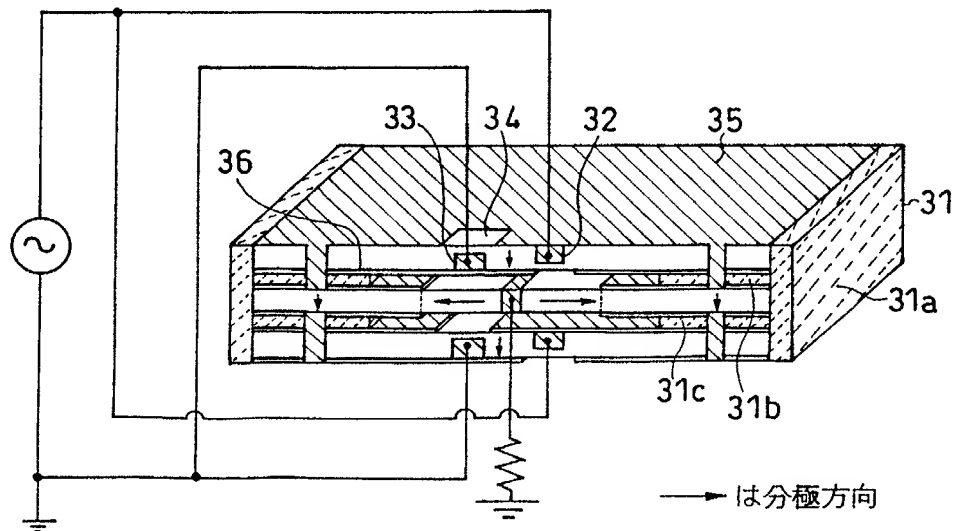


図 5



4 / 2 3

図 6

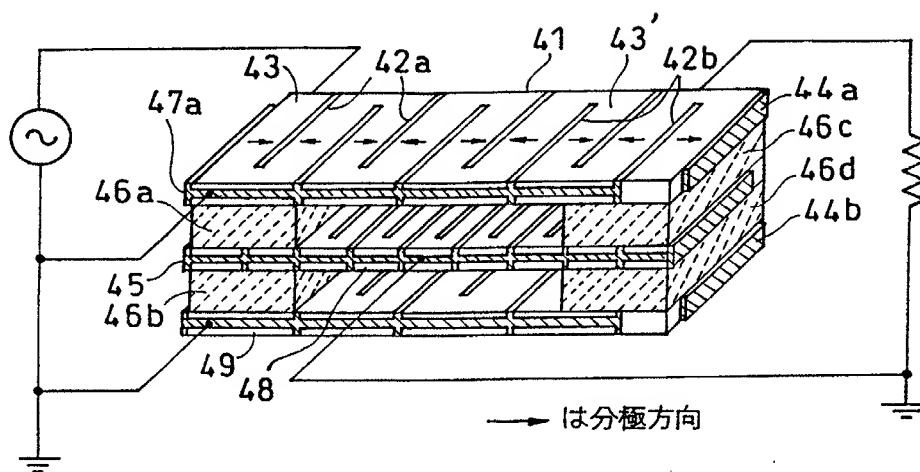
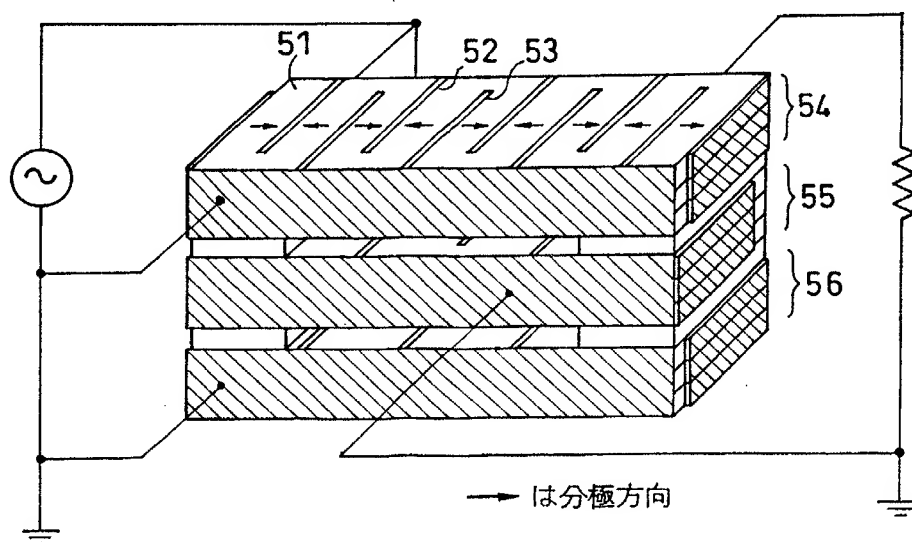
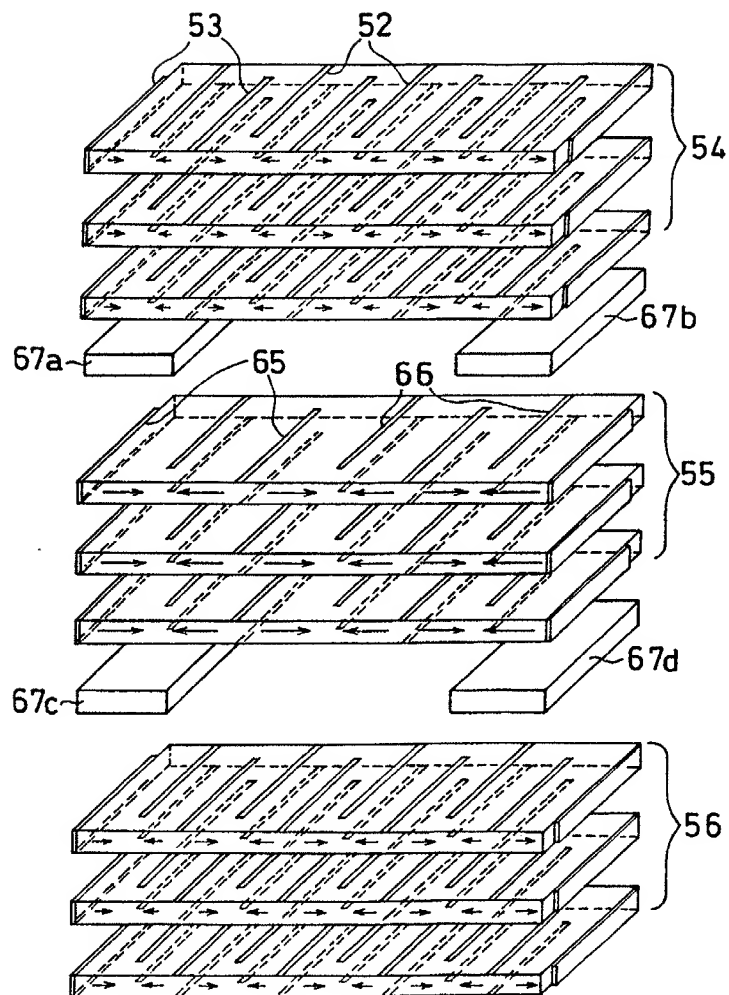


図 7

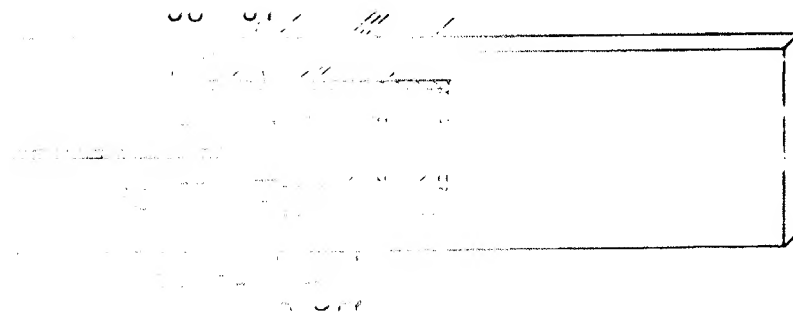
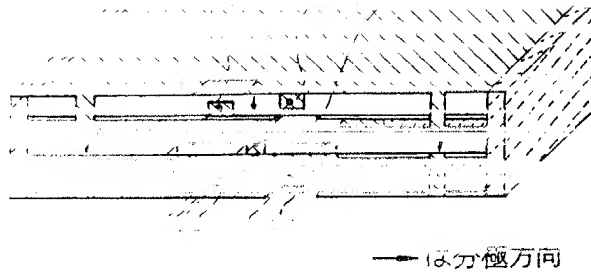


5 / 2 3

図 8

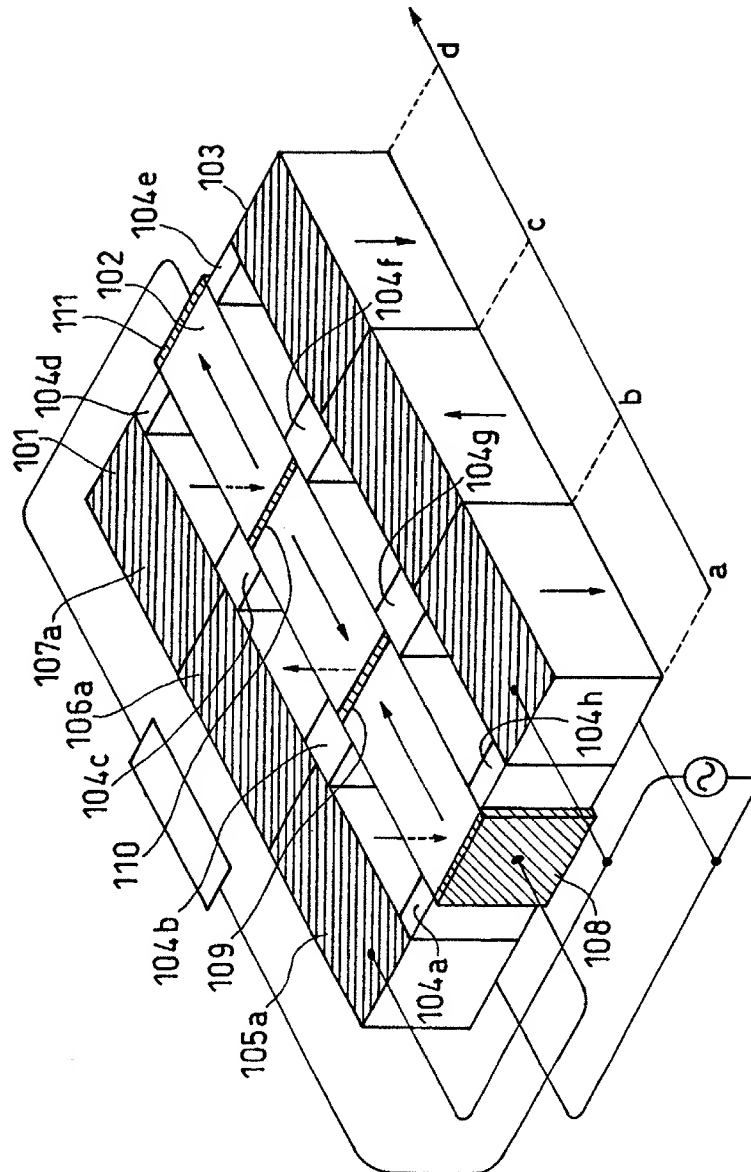


6 / 2 3



7 / 2 3

10



8 / 2 3

図 1 1 A

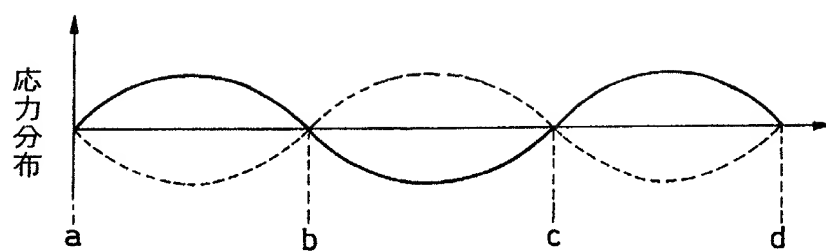
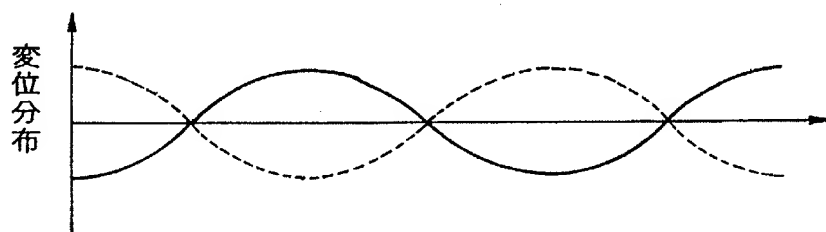
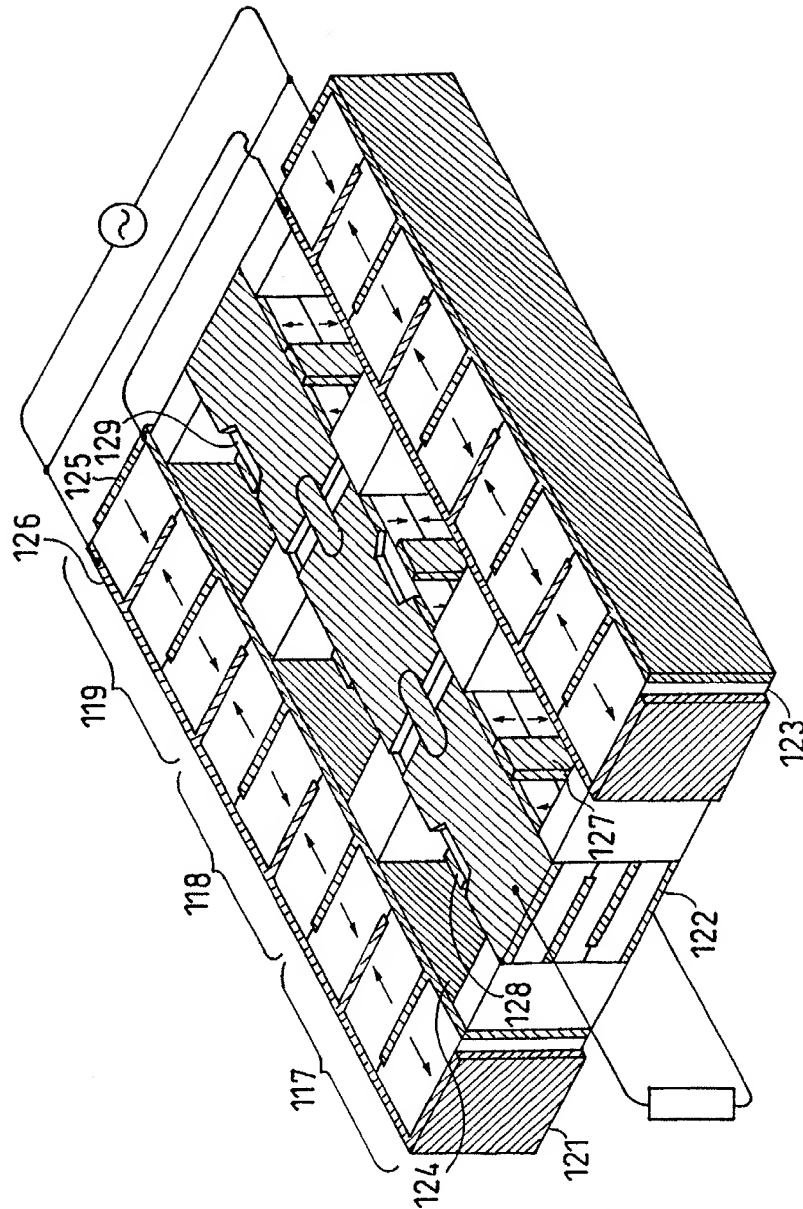


図 1 1 B



9 / 2 3

図 1 2



10 / 23

図 13

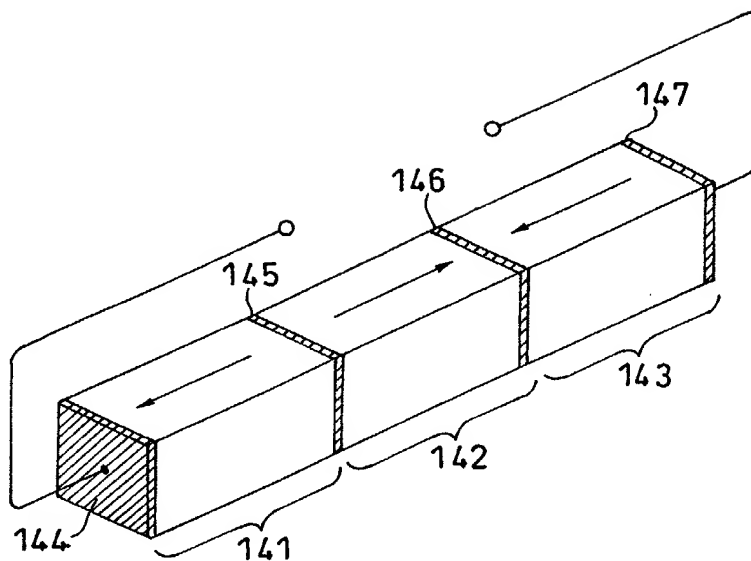
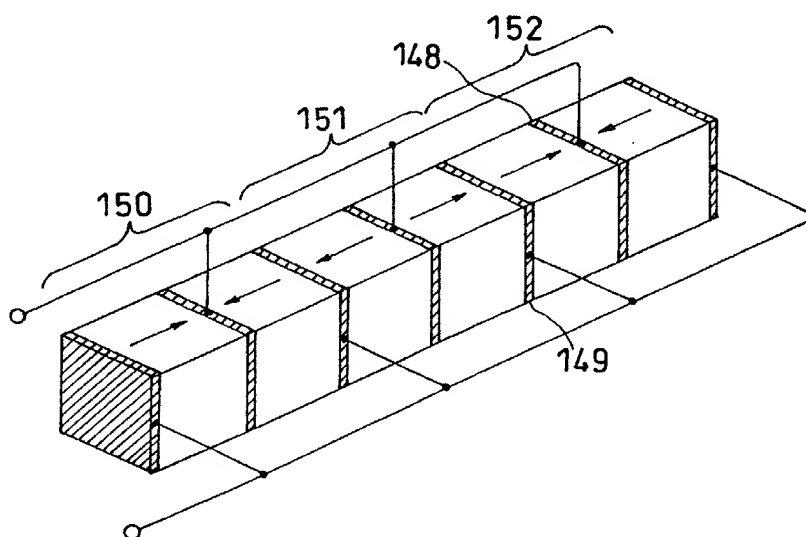


図 14





1 1 / 2 3

図 1 5

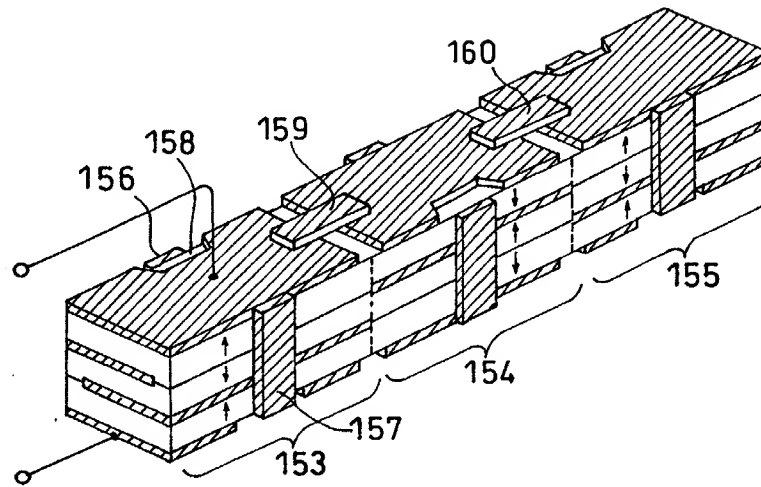
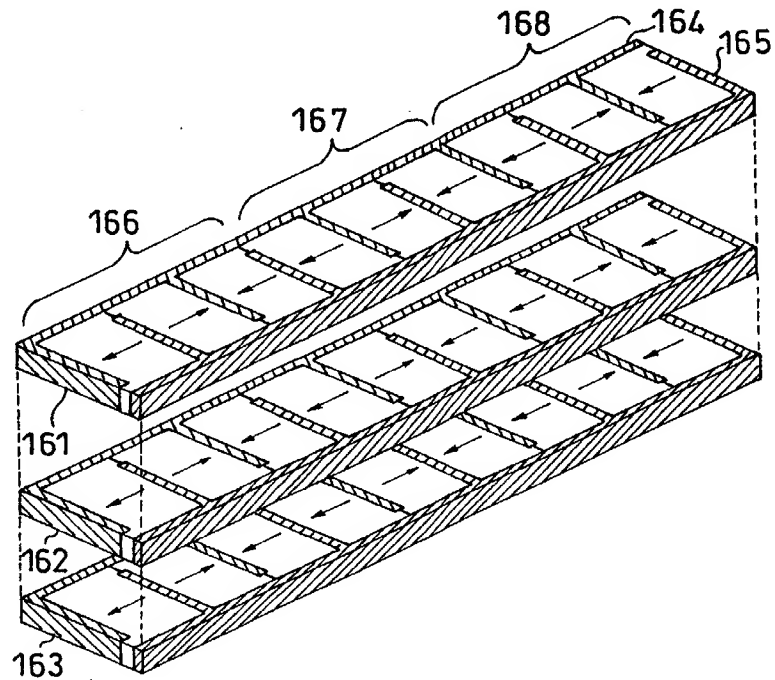
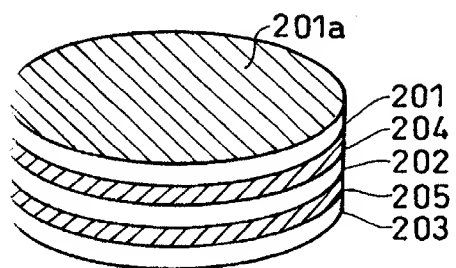


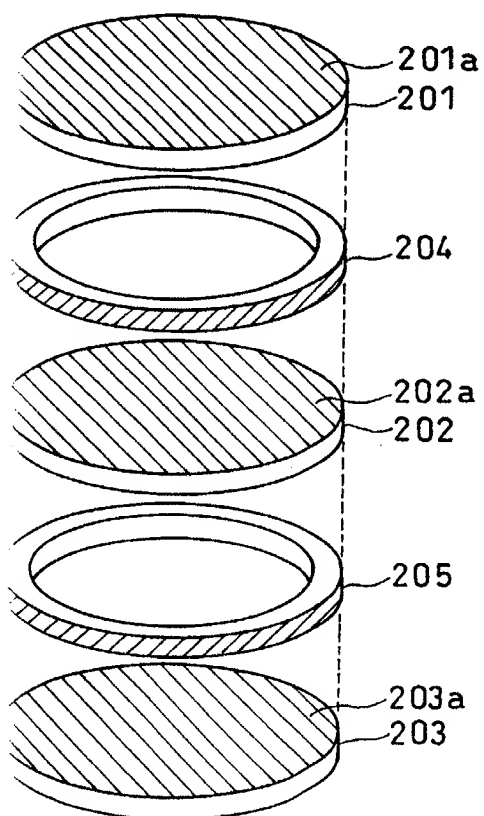
図 1 6



1 2 / 2 3



3



1 3 / 2 3

図 1 8 A

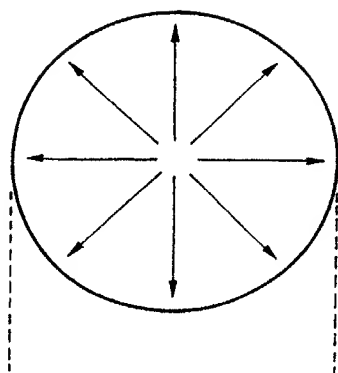


図 1 8 B

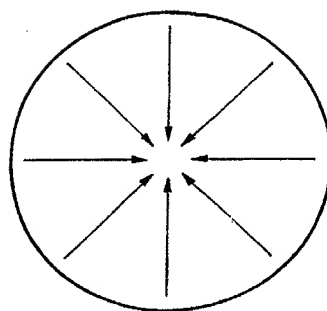


図 1 8 C

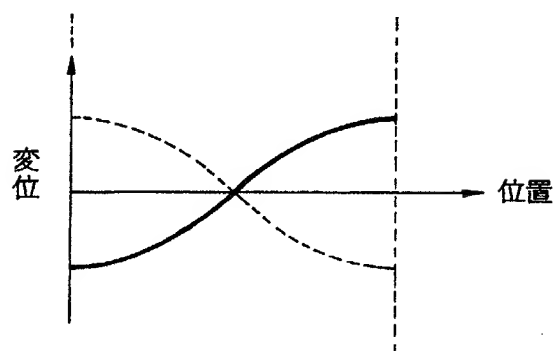
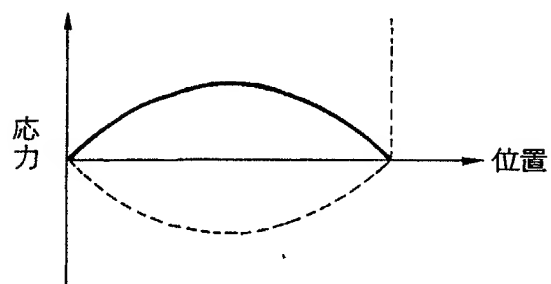
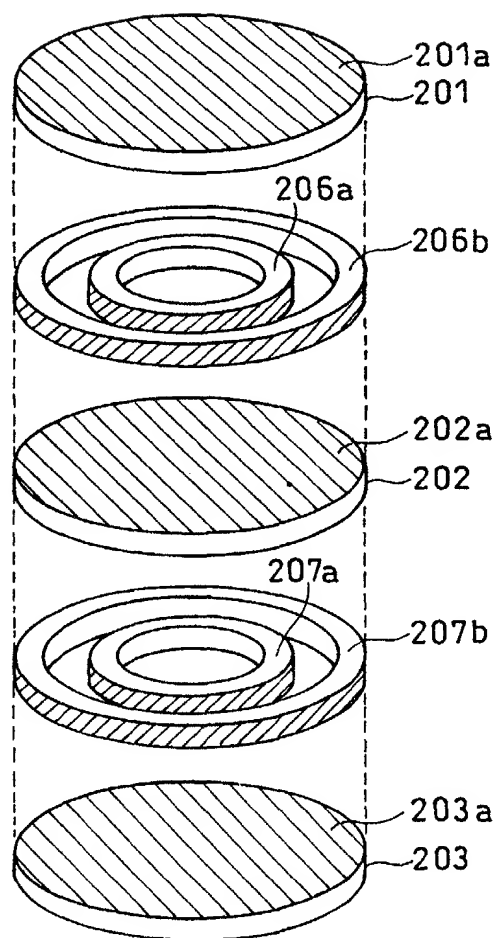


図 1 8 D



1 4 / 2 3

図 19



15/23

図 20 A

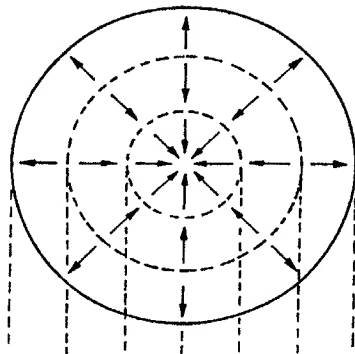


図 20 B

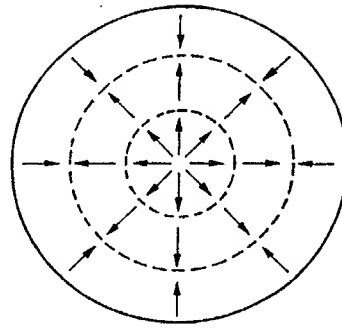


図 20 C

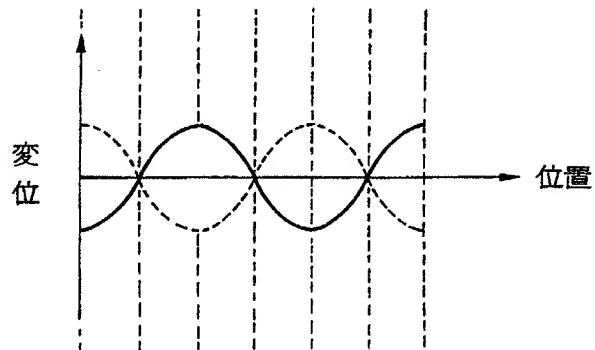
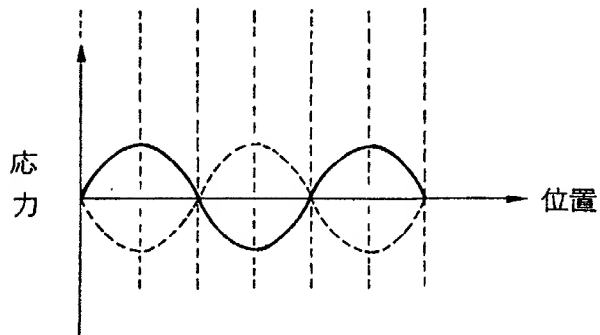
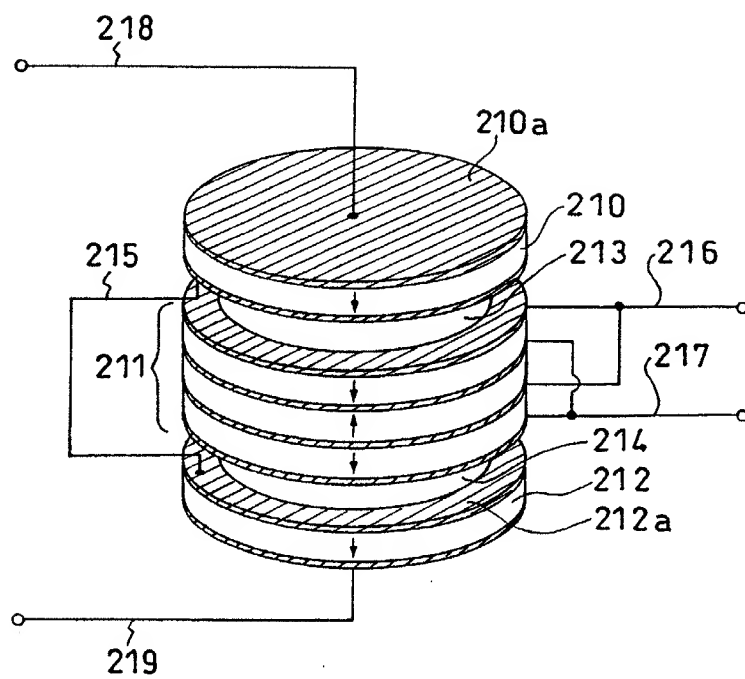


図 20 D



1 6 / 2 3

図 2 1



17 / 23

図 22 A

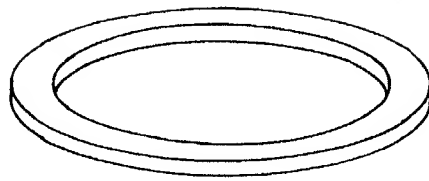


図 22 B

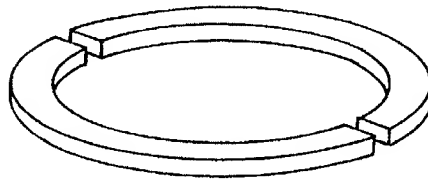


図 22 C

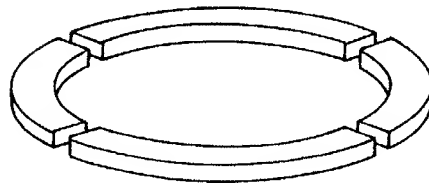
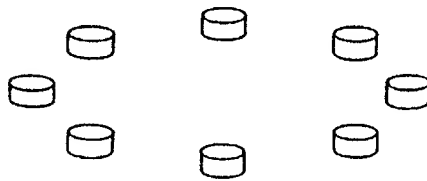


図 22 D



18 / 23

図 23 A

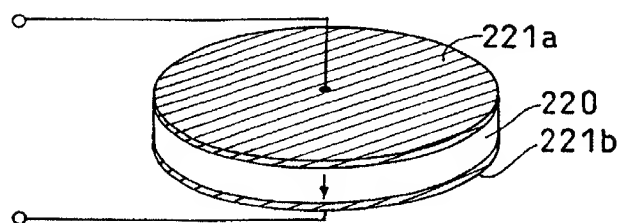


図 23 B

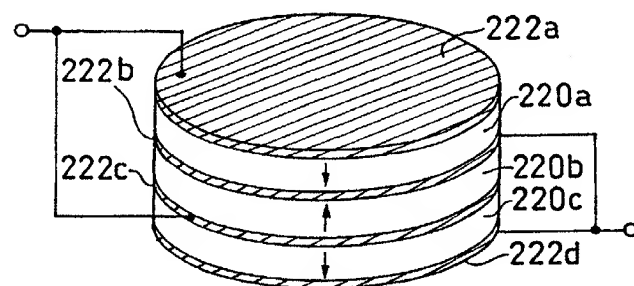


図 23 C

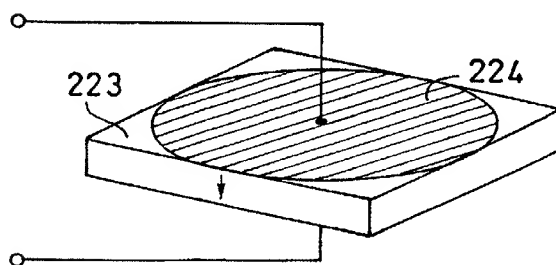


図 23 D

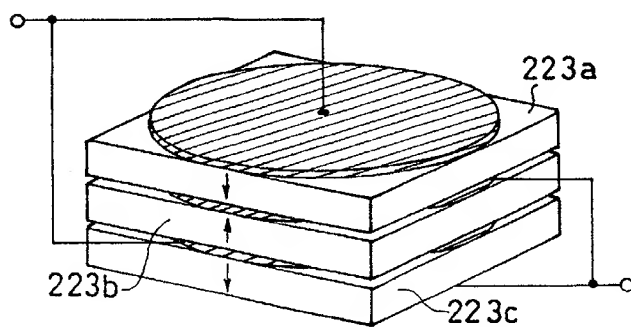




図 24 A

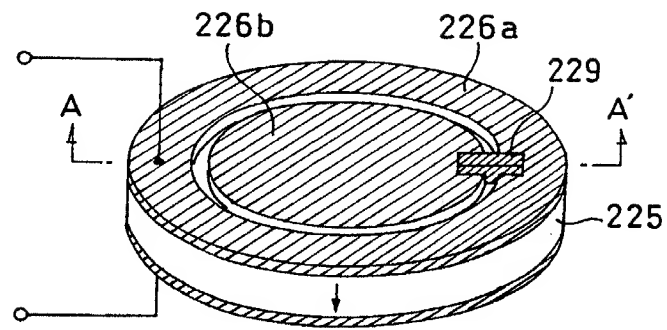
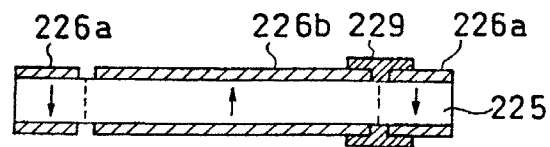


図 24 B



20/23

図 25 A

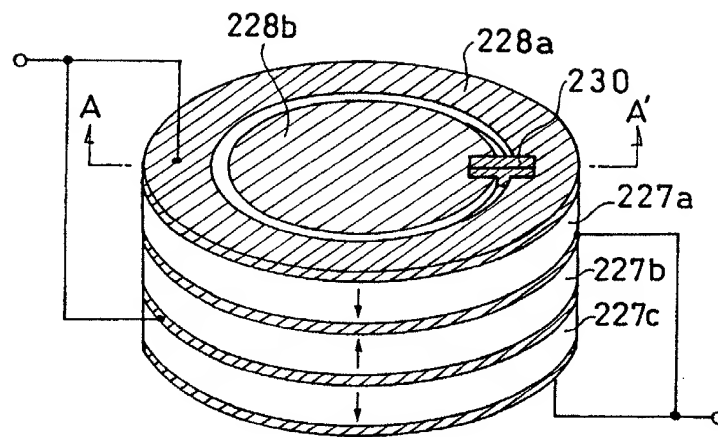
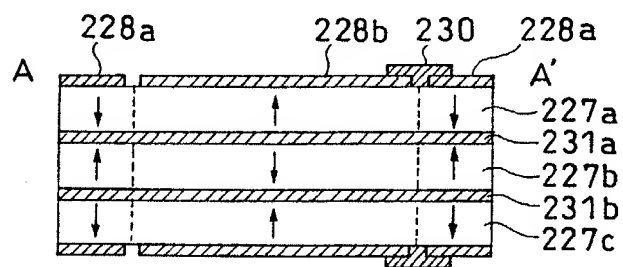


図 25 B



21 / 23

図 26 A

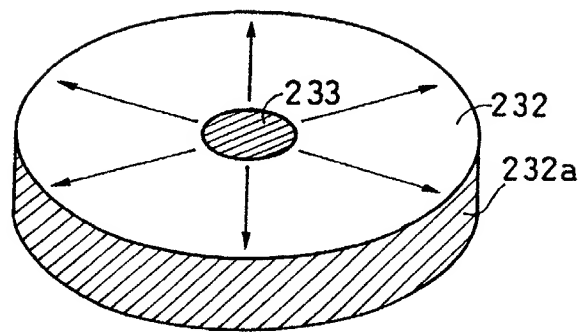
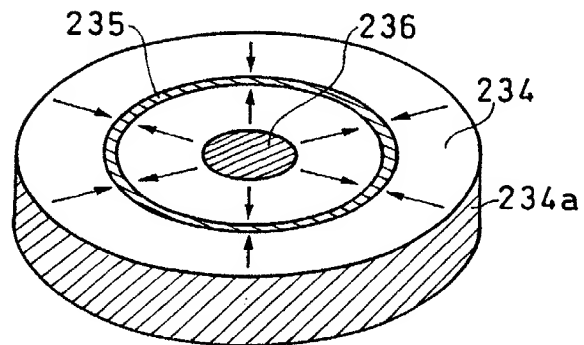


図 26 B



22 / 23

図 27

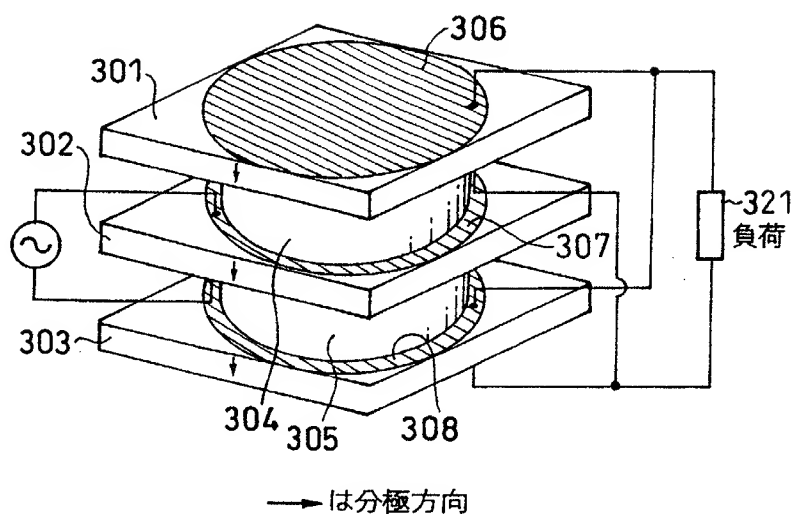
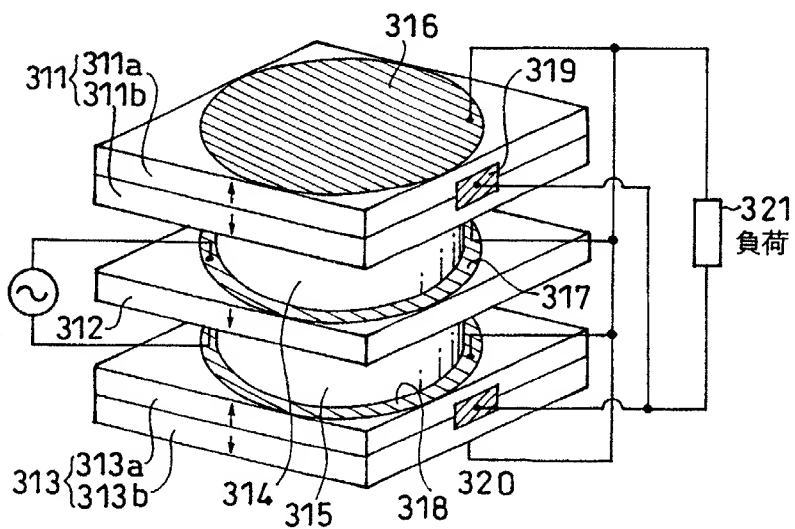


図 28



23 / 23

図 29 A

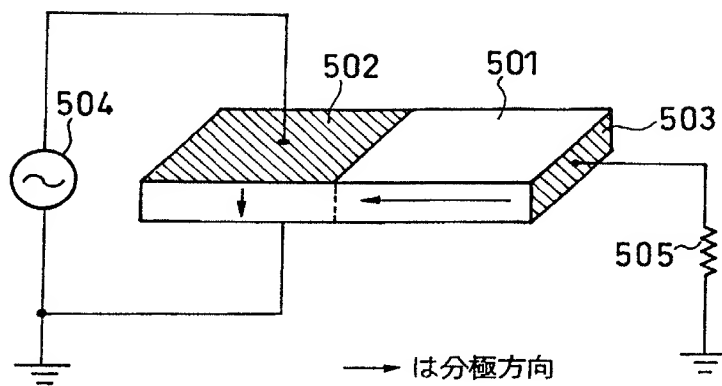


図 29 B

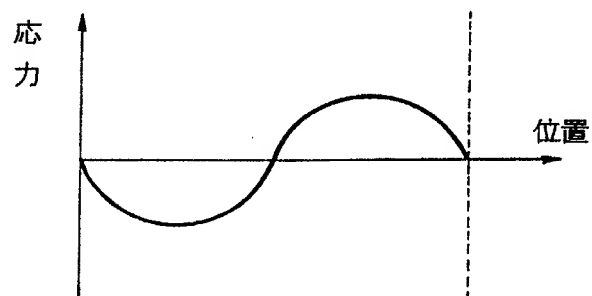
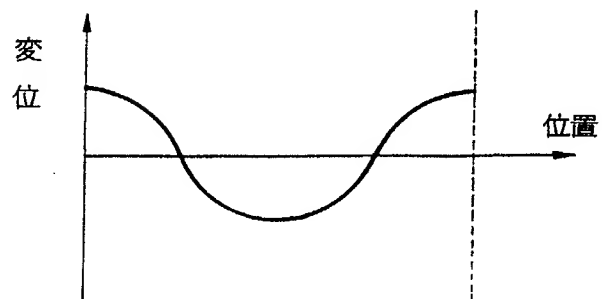


図 29 C



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/00866

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L41/107

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L41/107

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2000	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 10-308543, A (Alps Electric Co., Ltd., Yoshiro TOMIKAWA), 17 November, 1998 (17.11.98), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-8,20
Y	JP, 10-256618, A (Alps Electric Co., Ltd., Yoshiro TOMIKAWA), 25 September, 1998 (25.09.98), Full text; Figs. 1 to 10 (Family: none)	9-20
Y	JP, 9-186373, A (TAIYO YUDEN CO., LTD.), 15 July, 1997 (15.07.97), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-8,20
Y	JP, 6-5944, A (NEC Corporation), 14 January, 1994 (14.01.94), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-8,20
Y	JP, 59-175175, A (NEC Corporation), 03 October, 1984 (03.10.84), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-8,20

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
16 May, 2000 (16.05.00)Date of mailing of the international search report  
23.05.00Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/00866

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 7-59338, A (NEC Corporation), 03 March, 1995 (03.03.95), Full text; Figs. 1 to 11 (Family: none)	1-20
A	JP, 5-284764, A (Seiko Instr. Inc.), 29 October, 1993 (29.10.93), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-20
A	US, 5440195, A (NEC Corporation), 08 August, 1995 (08.08.95), Full text; Figs. 1 to 7 & JP, 6-224484, A	1-20

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP00/00866

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup> H01L41/107

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup> H01L41/107

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 10-308543, A (アルプス電気株式会社, 富川義朗) 17. 11月. 1998 (17. 11. 98) 全文, 図1-7 (ファミリーなし)	1-8, 20
Y	JP, 10-256618, A (アルプス電気株式会社, 富川義朗) 25. 9月. 1998 (25. 09. 98) 全文, 図1-10 (ファミリーなし)	9-20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリ

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 05. 00

国際調査報告の発送日

23.05.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小野田誠

印

4M

8427

電話番号 03-3581-1101 内線 3462



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 9-186373, A (太陽誘電株式会社) 15. 7月. 1997 (15. 07. 97) 全文, 図1-5 (ファミリーなし)	1-8, 20
Y	J P, 6-5944, A (日本電気株式会社) 14. 1月. 1994 (14. 01. 94) 全文, 図1-6 (ファミリーなし)	1-8, 20
Y	J P, 59-175175, A (日本電気株式会社) 3. 10月. 1984 (03. 10. 84) 全文, 図1-6 (ファミリーなし)	1-8, 20
A	J P, 7-59338, A (日本電気株式会社) 3. 3月. 1995 (03. 03. 95) 全文, 図1-11 (ファミリーなし)	1-20
A	J P, 5-284764, A (セイコー電子工業株式会社) 29. 10月. 1993 (29. 10. 93) 全文, 図1-8 (ファミリーなし)	1-20
A	US, 5440195, A (NEC Corporation) 8. 8月. 1995 (08. 08. 95) 全文, 図1-7 & J P, 6-224484, A	1-20